

**МИНИСТЕРСТВО ОБЩЕГО И ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО
ОБРАЗОВАНИЯ РОСТОВСКОЙ ОБЛАСТИ
ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ РОСТОВСКОЙ ОБЛАСТИ
«РОСТОВСКИЙ-НА-ДОНУ КОЛЛЕДЖ РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ,
ИНФОРМАЦИОННЫХ И ПРОМЫШЛЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ»
(ГБПОУ РО «РКРИПТ»)**

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ
ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ**

по дисциплине

ОП.05 МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ

Специальность:

15.02.14 Оснащение средствами автоматизации технологических процес-
сов и производств (по отраслям)

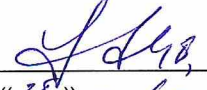
Квалификация выпускника: техник

Форма обучения: очная

Ростов-на-Дону
2023


СОГЛАСОВАНО

Начальник методического отдела

 Н.В. Вострякова
«18» апреля 2023г.

УТВЕРЖДАЮ

Заместитель директора
по учебно-методической работе

 С.А. Будасова
«18» апреля 2023г

ОДОБРЕНО

Цикловой комиссией
промышленных технологий

Пр. № 7 от «17» апреля 2023г.

Председатель ЦК

 В.А. Ламин

Методические указания по выполнению практических работ разработаны в соответствии с рабочей программой учебной дисциплины ОП.05 Материаловедение по специальности 15.02.14 Оснащение средствами автоматизации технологических процессов и производств (по отраслям)

Разработчик:

Государственное бюджетное профессиональное образовательное учреждение Ростовской области «Ростовский-на-Дону колледж радиоэлектроники, информационных и промышленных технологий»

СОДЕРЖАНИЕ

Введение

Лабораторное занятие №1: Определение твердости металлов по методу Бринелля и методу Роквелла.

Лабораторное занятие №2: Анализ диаграммы состояния «Fe-Fe₃C», построение кривой охлаждения заданного сплава.

Лабораторное занятие №3: Классификация и маркировка кабельно-проводниковой продукции.

Практическое занятие №1: Работа с полупроводниковыми приборами

Практическое занятие №2: Измерение удельного сопротивления проводников

Практическое занятие №3: Цветные металлы и сплавы

Практическое занятие №4: Расшифровка марок конденсаторов

Практическое занятие №5: Работа с полупроводниковыми приборами

Введение

Лабораторные и практические занятия по учебной дисциплине ОП.05 Материаловедение составляют важную часть теоретической и профессиональной практической подготовки и направлены на подтверждение теоретических положений и формирование практических умений и практического опыта:

- применять методику отработки детали на технологичность
- применять методику проектирование операций
- проектировать участки механических цехов
- использовать методику нормирования трудовых процессов
- расчет припусков на механическую обработку деталей;
- определение погрешностей базирования при различных способах установки;
- способы обеспечения заданной точности изготовления деталей;
- технологические процессы производства типовых деталей и узлов машин

Практические занятия относятся к основным видам учебных занятий.

Выполнение студентами лабораторных и практических работ направлено:

- на обобщение, систематизацию, углубление, закрепление полученных теоретических знаний по конкретным темам дисциплин;
- формирование умений применять полученные знания на практике;
- реализацию единства интеллектуальной и практической деятельности;
- развитие интеллектуальных умений (аналитических, проектировочных, конструкторских и др.) у будущих специалистов;
- выработку при решении поставленных задач таких профессионально значимых качеств, как самостоятельность, ответственность, точность, творческая инициатива.

Ведущей дидактической целью лабораторных занятий является экспериментальное подтверждение и проверка существенных теоретических положений (законов, зависимостей).

Ведущей дидактической целью практических занятий является формирование практических умений – профессиональных (выполнять определенные действия, операции, необходимые в последующем в профессиональной деятельности) или учебных (решать задачи по математике, физике, химии, информатике и др.), необходимых в последующей учебной деятельности.

Содержанием практических работ по дисциплине являются экспериментальная проверка формул, методик расчета, установление и подтверждение закономерностей, ознакомление с методиками проведения экспериментов, установление свойств веществ, их качественных и количественных характеристик, наблюдение развития явлений, процессов и др. В ходе выполнения заданий у студентов формируются практические умения и навыки обращения с различными приборами, установками, лабораторным оборудованием, аппаратурой, которые могут составлять часть профессиональной практической подготовки, а также исследовательские умения (наблюдать, сравнивать, анализировать, устанавливать зависимости, делать выводы и обобщения, самостоятельно вести исследование, оформлять результаты).

Содержанием практических занятий по дисциплине являются решение разного рода задач, в том числе профессиональных (анализ производственных ситуаций, решение

ситуационных производственных задач, выполнение профессиональных функций в деловых играх и т.п.), выполнение вычислений, расчетов, чертежей, работа с измерительными приборами, оборудованием, аппаратурой, работа с нормативными документами, инструктивными материалами, справочниками, составление проектной, плановой и другой технической и специальной документации и другое.

Содержание практических, лабораторных занятий охватывают весь круг профессиональных умений, на подготовку к которым ориентирована данная дисциплина/профессиональный модуль, которые в дальнейшем закрепляются и совершенствуются в процессе курсового проектирования, практикой по профилю специальности и преддипломной практикой.

Практические занятия проводятся в специально оборудованных учебных лабораториях. Практическое занятие должно проводиться в учебных кабинетах или специально оборудованных помещениях (площадках). Продолжительность занятия – не менее 2-х академических часов. Необходимыми структурными элементами занятия, помимо самостоятельной деятельности студентов, являются инструктаж, проводимый преподавателем, а также организация обсуждения итогов выполнения работы.

Все студенты, связанные с работой в лаборатории, обязаны пройти инструктаж по безопасному выполнению работ, о чем расписываются в журнале инструктажа по технике безопасности.

Выполнению лабораторных и практических работ предшествует проверка знаний студентов, их теоретической готовности к выполнению задания.

Лабораторные и практические работы студенты выполняют под руководством преподавателя. При проведении лабораторных и практических занятий учебная группа может делиться на подгруппы численностью не менее 8 человек. Объем заданий для лабораторных и практических занятий спланирован с расчетом, чтобы за отведенное время они могли быть выполнены качественно большинством студентов.

Формы организации работы обучающихся на лабораторных работах и практических занятиях: фронтальная, групповая и индивидуальная.

При фронтальной форме организации занятий все студенты выполняют одновременно одну и ту же работу. При групповой форме организации занятий одна и та же работа выполняется бригадами по 2 - 5 человек. При индивидуальной форме организации занятий каждый студент выполняет индивидуальное задание.

Отчет по практической и лабораторной работе представляется в печатном виде в формате, предусмотренном шаблоном отчета по практической, лабораторной работе. Защита отчета проходит в форме доклада обучающегося по выполненной работе и ответов на вопросы преподавателя.

Оценки за выполнение лабораторных работ и практических занятий могут выставляться по пятибалльной системе или в форме зачета и учитываться как показатели текущей успеваемости студентов.

Критерии оценки лабораторных, практических работ.

Оценка «5» ставится, если учащийся выполняет работу в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности проведения опытов и измерений; самостоятельно и рационально монтирует необходимое оборудование; все опыты проводит в условиях и режимах, обеспечивающих получение правильных результатов и выводов; соблюдает требования правил безопасности труда; в отчете правильно и

аккуратно выполняет все записи, таблицы, рисунки, чертежи, графики, вычисления; правильно выполняет анализ погрешностей.

Оценка «4» ставится, если выполнены требования к оценке «5», но было допущено два - три недочета, не более одной негрубой ошибки и одного недочёта.

Оценка «3» ставится, если работа выполнена не полностью, но объем выполненной части таков, позволяет получить правильные результаты и выводы: если в ходе проведения опыта и измерений были допущены ошибки.

Оценка «2» ставится, если работа выполнена не полностью и объем выполненной части работы не позволяет сделать правильных выводов: если опыты, измерения, вычисления, наблюдения производились неправильно.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №1

Определение твердости металлов по методу Бринелля и методу Роквелла

1. Цель работы

Ознакомиться с методикой определения твердости металлов по методам Бринелля и Роквелла.

2. Оборудование

- 2.1 Автоматический рычажный пресс Бринелля типа ТШ-2
- 2.2 Прибор Роквелла типа ТК
- 2.3 Образцы стали различных марок
- 2.4 Металлографическая лупа.

3. Краткие теоретические сведения

Твердость-это свойство металла сопротивляться проникновению в него постороннего тела

Определение твердости является наиболее широко распространенным методом испытания металлов, позволяющим в большинстве случаев без разрушения изделия и изготовления специальных образцов судить о качестве изделия. На практике контроль твердости осуществляется после термической обработки для установления наиболее выгодного режима механической обработки поковок и изделий.

Наиболее широко применяются следующие способы измерения твердости:

- вдавливанием стального шарика (метод Бринелля);
- вдавливанием алмазного конуса (метод Роквелла);
- вдавливанием четырехгранной алмазной пирамиды (метод Виккерса)

Измерение твердости по методу Бринелля заключается в том, что в испытываемый образец вдавливаются стальной закаленный шарик диаметром 10; 5 или 2,5 мм под действием заданной нагрузки, в течение определенного промежутка времени. В результате вдавливания на образце образуется лунка. Диаметр лунки измеряется с

помощью металлографической лупы имеющей шкалу с ценой деления 0,1 мм. Для получения более достоверного числа твердости испытание повторяют трижды и за результат принимают среднее арифметическое из трех испытаний. По специальным переводным таблицам (приведенным в приложении лабораторной работы №1) переводят значение диаметра в значение твердости. Диаметр шарика, нагрузку и время выдержки под нагрузкой выбирают в зависимости от материала и толщины испытываемого изделия или образца.

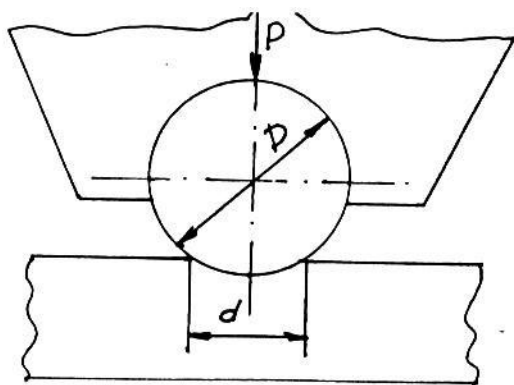
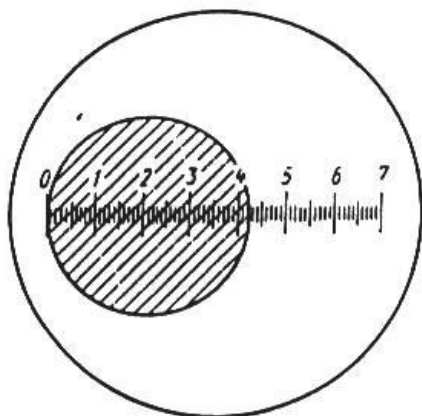


Схема испытания на твердость по способу Бринелля

Например: черные металлы имеющие интервал твердости в числах Бринелля >140 , с минимальной толщиной испытываемого образца более 6 мм, с соотношением между нагрузкой “P” и диаметром шарика “D” равным $P=30DI$, при диаметре шарика $D=10$ мм, нагрузка $P=3000$ кГ, длительность выдержки под нагрузкой составляет 10-15 сек.

Чем тверже металл, тем меньше диаметр отпечатка и тем выше число твердости по Бринеллю.



Отсчет по шкале лупы

Значение твердости величина отвлеченная и измеряется в условных единицах.

К преимуществам метода Бринелля относится простота конструкции и надежность в работе применяемых для определения твердости приборов.

Измерение твердости по методу Роквелла производится как для сырых так и для закаленных сталей, путем вдавливания в испытываемый образец стального закаленного шарика диаметром $\varnothing 1,588\text{мм}$ (для сырых сталей) или алмазного конуса с углом 120° (для закаленных сталей). Шарик и конус вдавливаются в испытываемый образец под действием двух последовательно прилагаемых нагрузок – предварительной P_0 и основной P_1 . Общая нагрузка P будет равна сумме предварительной P_0 и основной P_1 нагрузок $P=P_0+P_1$. Предварительная нагрузка во всех случаях равна 100Н ($1\text{Н} \approx 0,1\text{Кгс}$), основная P_1 и общая P нагрузки составляют при вдавливании стального шарика (шкала В) $P_1=900\text{Н}$, $P=100+900=1000\text{Н}$, а при вдавливании алмазного конуса (шкала С) 1400Н , $P=100+1400=1500\text{Н}$. Значение твердости считывается с соответствующей шкалы индикатора.

Число твердости по Роквеллу – число отвлеченное и выражается в условных единицах, обозначается *HRB* (для сырых материалов) или *HRC* (для закаленных материалов)

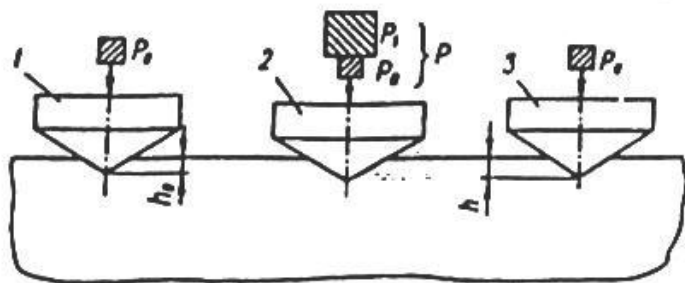


Схема определения твердости путем вдавливания алмазного конуса

1-углубление конуса под предварительной нагрузкой P_0 ;

2-углубление конуса под общей нагрузкой P , которая равна сумме предварительной P_0 и основной P_1 нагрузок;

3-глубина внедрения конуса под действием нагрузки P_0 , измеренной после снятия основной нагрузки P_1 с оставлением предварительной нагрузки P_0

5.Задание

5.1 Произвести испытание на твердость предложенных образцов из сталей марок: Сталь 10, Сталь 40, Сталь У10.

5.2 Определить твердость различными способами.

5.3 Составить отчет о работе

6. Порядок проведения работы:

6.1. Провести испытание на твердость по Бринеллю образцов из стали.

6.2. Измерить диаметры образовавшихся отпечатков с помощью металлографической лупы.

- 6.3. Определить твердость по таблице.
- 6.4. Результаты испытаний оформить в виде таблицы.
- 6.5. Построить график зависимости твердости от содержания углерода в стали.
- 6.6. Провести испытание на твердость по Роквеллу образцов стали в сыром и закаленном состояниях.
- 6.7. Результаты испытаний оформить в виде таблицы.

7. Содержание отчета:

- 7.1. Наименование работы.
- 7.2. Цель работы
- 7.3. Перечень используемого оборудования.
- 7.4. Задание
- 7.5. Определение твердости металлов по методу Бринелля:
 - 7.5.1. Описание метода определения твердости металлов по методу Бринелля.
 - 7.5.2. Схема испытания на твердость по методу Бринелля.
 - 7.5.3. Протокол испытания (см. приложение 1).
 - 7.5.4. График зависимости твердости от содержания углерода в стали.
 - 7.5.5. Сделать вывод о зависимости твердости от содержания углерода в стали.
- 7.6. Определение твердости металлов по методу Роквелла:
 - 7.6.1. Описание метода определения твердости металлов по методу Роквелла.
 - 7.6.2. Схема испытания твердости вдавливанием алмазного конуса.
 - 7.6.3. Протокол испытания (см. приложение 2).

8. Контрольные вопросы:

- 8.1 Что называется твердостью.
- 8.2 Методы определения твердости
- 8.3 Суть метода определения твердости по методу Бринелля.
- 8.4 Суть метода определения твердости по методу Роквелла.
- 8.5 Способы определения твердости сырых материалов
- 8.6 Способы определения твердости закаленных материалов
- 8.7 От чего зависит твердость сталей
- 8.8 Единица измерения величины твердости

Приложение №1 к лабораторной работе №1

Протокол испытания на твердость по Бринеллю

№ № пп	Образец		Условия испытания			Диаметр отпечатка, мм			Твердость отпечатка, <i>HV</i>			
	марка стали	содержание С, %	толщина образца, мм	диаметр шарика, мм	нагрузка, кН	1	2	3	1	2	3	среднее
1	Сталь											

	10											
2	Сталь 40											
3	Сталь У10											

Приложение №2 к лабораторной работе №1

Протокол испытаний на твердость по Роквеллу

№№ пп	Материал образца	Условия испытания		Измерение твердости, HRC или HRB				НВ
		Шкала	нагрузка, кГ	1	2	3	среднее	
1	Сталь 40							
2	Сталь 40							

Лабораторная работа № 2

Анализ диаграммы состояния «Fe-Fe₃C», построение кривой охлаждения заданного сплава

1. **Цель работы:** закрепить знание принципов построения кривых охлаждения сплавов; приобрести навыки построения кривых охлаждения; научиться рассматривать процесс охлаждения сплавов с учётом фазовых превращений по диаграмме состояния «железо–цементит»

2. Наглядные пособия или документация:

- 2.1 Методическое пособие к практическому занятию.
- 2.2 Диаграмма состояния «железо–цементит».

3. Краткие теоретические сведения:

Анализ диаграммы состояния

В системе железо–углерод в зависимости от количества углерода, численной величины скорости охлаждения существуют две разновидности диаграммы состояния «железо–углерод»: метастабильная (железо–цементит) и стабильная (железо–графит).

Рассмотрим метастабильную диаграмму состояния «железо–цементит» (рис.1).

Компонентами системы являются железо и цементит.

У железа наблюдаются два полиморфных превращения: $t=911\text{ }^{\circ}\text{C Fe}\alpha \leftrightarrow \text{Fe}\gamma$ $\text{Fe}\gamma \leftrightarrow \text{Fe}\alpha$; $t=1392\text{ }^{\circ}\text{C}$

Железо модификаций α и γ имеет соответственно кристаллические решетки объемноцентрированного куба (ОЦК) и гранецентрированного куба (ГЦК). В связи с

наличием у железа полиморфных превращений на диаграмме состояния железо–цементит образуются три области твердых растворов углерода в железе:

– область NJESGN твердого раствора γ (аустенита А), т.е. А – ограниченный твёрдый раствор внедрения углерода в Fe_γ (ГЦК);

– две области QPGQ и AHNA твердого раствора α (феррита Ф), т.е. Ф – ограниченный твёрдый раствор внедрения углерода в Fe_α (ОЦК).

В правой части диаграммы состояния железо–цементит располагается линия существования цементита (Ц) – DFKL, химического соединения железа с углеродом – Fe_3C . Различают цементит первичный $Ц_I$ – выделяется из L по линии CD, при первичной кристаллизации; цементит вторичный $Ц_{II}$ – выделяется из А по линии ES, в следствие уменьшения растворимости углерода в А, в результате падения температуры и цементит третичный $Ц_{III}$ – выделяется из Ф по линии PQ, также в связи с уменьшением растворимости углерода, только в Ф.

Таким образом, в сплавах диаграммы состояния железо–цементит существуют следующие фазы: жидкий раствор углерода в железе, феррит, аустенит, цементит. Остальные области диаграммы состояния, ограниченные сплошными линиями, являются двухфазными, т.е. состоят из тех или иных двух фаз.

Линия диаграммы ABCD – линия ликвидус, геометрическое положение точек начала кристаллизации, выше неё все сплавы находятся в жидком состоянии.

Линия диаграммы AHJECF – линия солидус, геометрическое положение точек конца кристаллизации, ниже неё все сплавы находятся в твёрдом состоянии.

На диаграмме состояния имеются также горизонтальные линии трехфазных равновесий при постоянных температурах, где в равновесном состоянии существуют по три фазы:

– линия HJB ($t = 1499\text{ }^\circ\text{C}$) перитектическое превращение: $L_B + \Phi_H \rightarrow A_J$

– линия ECF ($t = 1147\text{ }^\circ\text{C}$) эвтектическое превращение: $L_C \rightarrow A_E + Ц$ (эвтектика – ледебурит Л)

– линия PSK ($t = 727\text{ }^\circ\text{C}$) эвтектоидное превращение: $A_S \rightarrow \Phi_P + Ц$ (эвтектоид – перлит П)

Таким образом, по диаграмме состояния железо–цементит, кроме перечисленных выше фаз, существуют и структурные составляющие ледебурит и перлит.

Ледебурит (Л) эвтектика – механическая смесь аустенита и цементита, существующая вплоть до $727\text{ }^\circ\text{C}$, ниже данной температуры аустенит превращается в перлит и Л состоит из П + Ц

Перлит (П) – эвтектоидная смесь феррита и цементита (Ф+Ц). По диаграмме состояния, при медленном охлаждении, образуется перлит пластинчатой формы. Особой термической обработкой может быть получен зернистый перлит, имеющий форму мелких зерен.

По диаграмме состояния железоуглеродистые сплавы подразделяются на стали и чугуны. Границей между ними является концентрация углерода в сплаве 2,14 %.

Стали по содержанию углерода делят на доэвтектоидные от 0,006 до 0,8% С, эвтектоидную ровно 0,8% С и заэвтектоидные от 0,8 до 2,14% С.

Чугуны по диаграмме состояния являются белыми, т.к. весь углерод в них находится в связанном состоянии в виде цементита, и делятся на доэвтектические от 2,14 до 4,3% с, эвтектический ровно 4,3%С и заэвтектические от 4,3 до 6,67%С.

При комнатной температуре стали состоят: доэвтектоидные – Ф+Ц, эвтектоидная – П и заэвтектоидные – П+ Ц_{II}; белые чугуны состоят: доэвтектические – Л(П+Ц)+ Ц_{II}, эвтектический – Л(П+Ц) и заэвтектические – Ц_I+Л(П+Ц).

Алгоритм построения кривой охлаждения сплава

1. Найти на диаграмме заданное количество С;

2. Провести фигуративную линию сплава, точки пересечения данной линии с линиями диаграммы, являются критическими точками сплава, по ним и строится кривая охлаждения.
3. Построить координатную плоскость, с осями температура (Т) – время(τ);
4. Снести температуры критических точек на полученную координатную плоскость, начиная с нулевой, расположенной в жидкой фазе;
5. Если критическая точка находится на кривой линии диаграммы Fe–Fe₃C, то на кривой охлаждения в этой точке – перегиб. Если критическая точка находится на прямой линии диаграммы Fe–Fe₃C (изотермическое превращение), то на кривой охлаждения в этой точке прочерчивается прямая линия;
6. Если охлаждение сплава протекает в однофазной области, то участок кривой охлаждения следует располагать под острым углом к оси температуры, при протекании охлаждения в двухфазной области, участок кривой охлаждения следует располагать под острым углом к оси времени, при изотермическом превращении линия располагается перпендикулярно оси температуры и параллельно оси температуры;
7. После построения кривой охлаждения следует прописать превращения, соответствующие каждому интервалу кривой.

4. Задание:

- 4.1. Начертить диаграмму состояния железо-цементит.
- 4.2. Провести анализ диаграммы состояния.
- 4.3. На диаграмме провести фигуративную линию сплава, содержащего количество углерода согласно заданию (см. таблицу 1). Построить кривую охлаждения для заданного сплава C= ____ %
- 4.4. Описать превращения, протекающие в данном железоуглеродистом сплаве при его охлаждении от t°=1500° до 20°С.
- 4.5. Дать характеристику заданному сплаву.

Таблица 1
Варианты задания

№ варианта	Содержание углерода в %	№ варианта	Содержание углерода в %
1	0,2	16	3,2
2	0,4	17	3,4
3	0,6	18	3,6
4	0,8	19	3,8
5	1,0	20	4,0
6	1,2	21	4,2
7	1,4	22	4,4
8	1,6	23	4,6
9	1,8	24	4,8
10	2,0	25	5,0
11	2,2	26	5,2
12	2,4	27	5,4
13	2,6	28	5,6
14	2,8	29	5,8
15	3,0	30	6,0

5. Порядок выполнения работы:

5.1. Начертить диаграмму состояния Fe-Fe₃C. На диаграмме провести вертикальную линию, соответствующую содержанию углерода по вашему варианту. В соответствии с состоянием заданного сплава построить кривую его охлаждения.

5.2. Описать превращения, протекающие в сплаве при медленном его охлаждении от $t^{\circ}=1500^{\circ}$ до 20°C .

5.3. В соответствии с положением сплава на диаграмме дать ему название и подробную характеристику всех структурных составляющих.

5.4. Составить отчет.

6. Содержание отчета:

6.1. Наименование работы.

6.2. Цель работы

6.3. Задание.

6.4. Анализ диаграммы состояния

6.5. Диаграмма состояния Fe-Fe₃C, кривая охлаждения заданного сплава, его характеристика.

7. Контрольные вопросы:

7.1. В чем состоит практическое значение диаграммы состояния железо-цементит?

7.2. При каких температурах начинается и заканчивается кристаллизация для заданного сплава?

7.3. Назовите и охарактеризуйте самую мягкую и самую твердую структуру диаграммы.

7.4. Как классифицируются стали и чугуны по диаграмме состояния железо-цементит?

7.5. Как изменяются механические свойства сплавов в зависимости от содержания углерода?

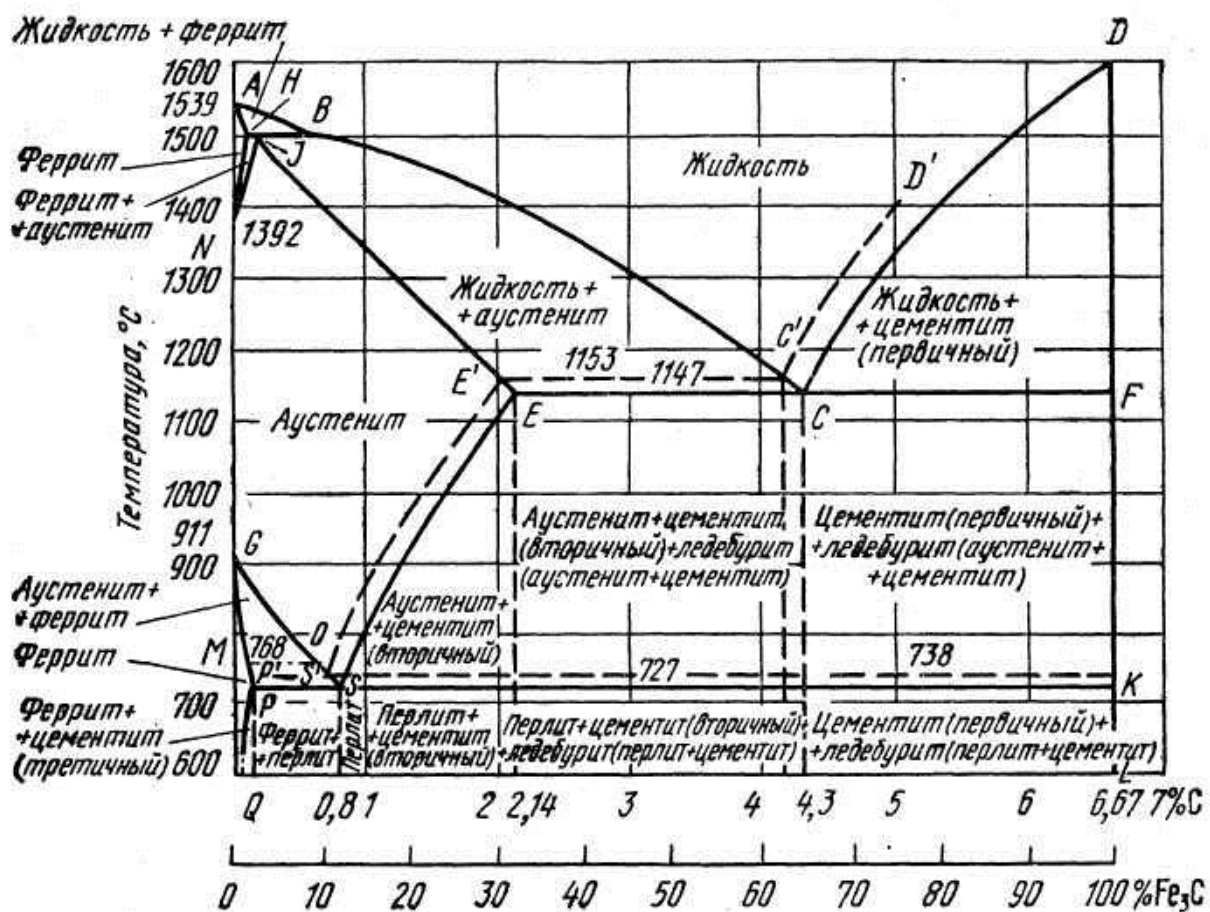


Рис. 1. Диаграмма состояния «железо–цементит»

Лабораторная работа № 3

Классификация и маркировка кабельно-проводниковой продукции

Цель работы: ознакомиться с классификацией и маркировкой кабельно-проводниковой продукции, получить практические навыки выбора кабельно-проводниковой продукции.

2. Наглядные пособия или документация:

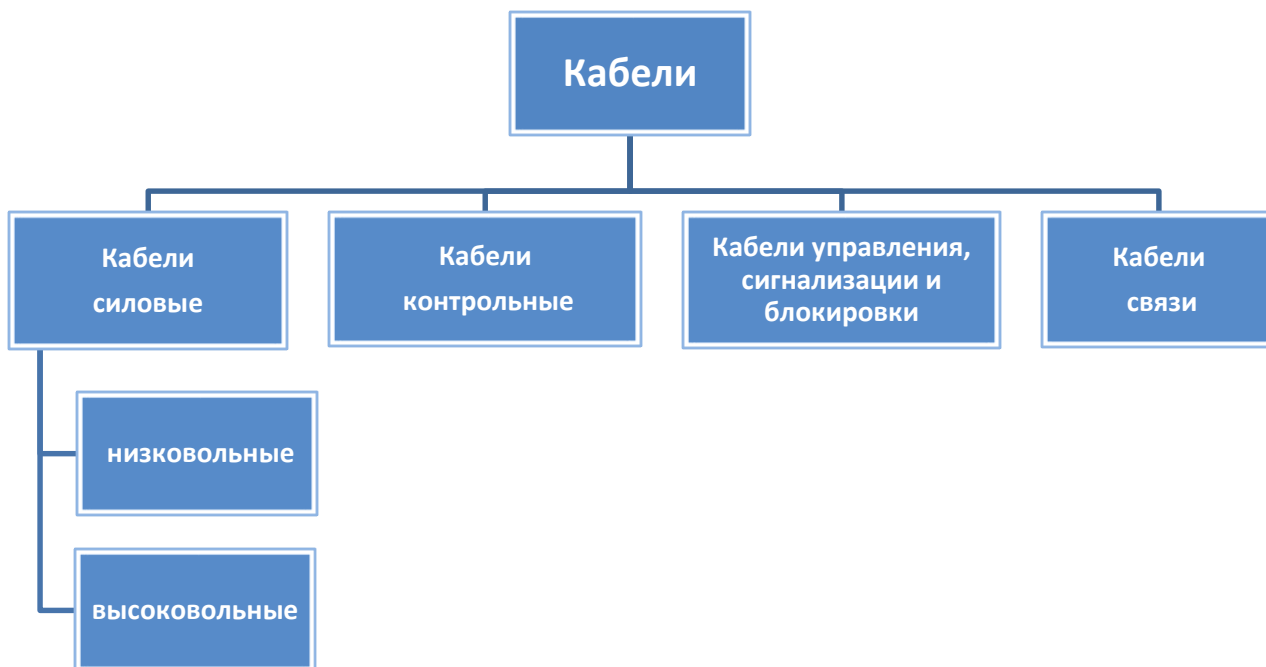
- 2.1. Методическое пособие к практическому занятию.
- 2.2. ГОСТ Р 53768-2010, ГОСТ Р 53769-2010
- 2.3. Плакаты

3. Краткие теоретические сведения:

Кабели

Кабель это одна или несколько изолированных жил, заключенных, в оболочку.

В зависимости от условий применения и назначения вся кабельная продукция делится на:



Конструкция силовых кабелей

Силовые кабели состоят из следующих основных элементов: токопроводящих жил, изоляции, оболочек и защитных покровов. Кроме основных элементов в конструкцию кабеля могут входить экраны, жилы защитного заземления и заполнители (рис. 1).

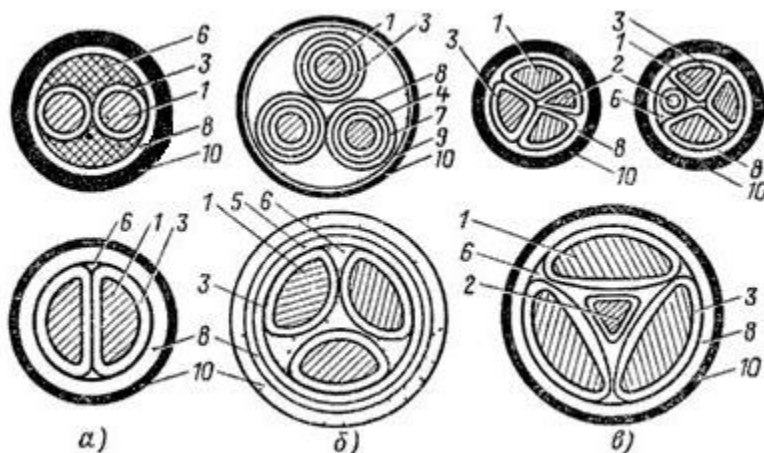


Рис. 1. Сечения силовых кабелей: а - двухжильные кабели с круглыми и сегментными жилами, б - трехжильные кабели с поясной изоляцией и отдельными оболочками, в - четырехжильные кабели с нулевой жилой круглой, секторной и треугольной формы, 1 - токопроводящая жила, 2 - нулевая жила, 3 - изоляция жилы, 4 - экран на токопроводящей жиле, 5 - поясная изоляция, 6 - заполнитель, 7 - экран на изоляции жилы, 8 - оболочка, 9 - бронепокров, 10 - наружный защитный покров

Силовые кабели различают: по роду металла токопроводящих жил - кабели с алюминиевыми и медными жилами, по роду материалов, которыми изолируются токоведущие жилы, кабели с бумажной, с пластмассовой и резиновой изоляцией, по роду защиты изоляции жил кабелей от влияния внешней среды - кабели в металлической, пластмассовой и резиновой оболочке, по способу защиты от механических повреждений - бронированные и небронированные, по количеству жил - одно-, двух-, трех-, четырех- и пятижильные.



Рис.2. Общий вид кабелей различной конструкции

Маркировка силовых кабелей

Маркировка силовых кабелей обычно включает буквы, обозначающие материал, из которого изготовлены жилы, изоляция, оболочка, и тип защиты покрова. Маркировка кабелей высокого напряжения отражает также особенности его конструкции.

Кабели подразделяют по следующим признакам:

1. *по материалу токопроводящих жил:*
 - медные токопроводящие жилы (без обозначения);
 - алюминиевые токопроводящие жилы (А);
2. *по виду материала изоляции токопроводящих жил:*
 - изоляция из поливинилхлоридного пластиката, в том числе пониженной пожарной опасности (В);
 - изоляция из сшитого полиэтилена (Пв);
 - изоляция из полимерных композиций, не содержащих галогенов (П);
3. *по наличию и типу брони:*
 - небронированные (Г),
 - бронированные:
 - броня из стальных оцинкованных лент (Б),
 - броня из алюминиевых лент или алюминиевого сплава (Ба),
 - броня из круглых стальных оцинкованных проволок (К),
 - броня из алюминиевых проволок или алюминиевого сплава (Ка);
4. *по виду материала наружной оболочки или защитного шланга:*
 - из поливинилхлоридного пластиката, в том числе пониженной горючести или пониженной пожарной опасности:
 - наружная оболочка (В),
 - защитный шланг (Шв);
 - из полиэтилена: защитный шланг (Шп);
 - из полимерных композиций, не содержащих галогенов: наружная оболочка (П);
5. *по наличию металлического экрана:*
 - без экрана (без обозначения);
 - с экраном (Э);
6. *по исполнению в части показателей пожарной безопасности:*
 - не распространяющие горение при одиночной прокладке (без обозначения);
 - не распространяющие горение при групповой прокладке нг:
 - по категории А – нг(А),
 - по категории В – нг(В);

- не распространяющие горение при групповой прокладке, с пониженным дымо- и газовыделением нг(А)-LS;
- не распространяющие горение при групповой прокладке и не выделяющие коррозионно-активных газообразных продуктов при горении и тлении нг(А)-HF;
- огнестойкие, не распространяющие горение при групповой прокладке, с пониженным дымо- и газовыделением нг(А)-FRLS;
- огнестойкие, не распространяющие горение при групповой прокладке и не выделяющие коррозионно-активных газообразных продуктов при горении и тлении нг(А)-FRHF;

7. по форме поперечного сечения кабеля:

- круглые (без обозначения);
- плоские (П);

8. по конструктивному исполнению токопроводящих жил:

- однопроволочные (о);
- многопроволочные (м);
- круглые (к);
- секторные или сегментные (с).

Например, кабель марки АПАШв имеет алюминиевую жилу, изоляцию из полиэтилена, алюминиевую оболочку и шланг из поливинилхлоридного пластика.

Провода

Электрический провод – это изолированный или без изоляции проводник электрического тока, состоящий из одной или нескольких медных или алюминиевых проволок (жил). Провода используют при монтаже радиоаппаратуры, в устройствах связи, для сооружений линий электропередач, изготовлении обмоток электрических машин и т.д.

Электрические провода могут быть защищенными и незащищенными. Провода, которые имеют поверх изоляции внешнюю защитную оболочку в виде х/б или металлической оплетки называются защищенными. Соответственно, провода, не имеющие такой оболочки – незащищенные.

Помимо этой классификации, провода могут также разделяться на:

- обмоточные - предназначенные для изготовления обмоток электрических аппаратов, машин и различных приборов. В зависимости от материала изготовления жил делятся на медные, алюминиевые и из сплавов сопротивления;

- установочные - применяемые для неподвижных прокладок в силовых и осветительных установках. Их задача – распределение электрической энергии, присоединение к сети электродвигателей, светильников и др. Изготавливаются жилы установочных проводов из меди или алюминия;

- монтажные - используемые в основном небольшими отрезками для неподвижной прокладки при внутри- и межблочных соединениях аппаратов, приборов и других электрических устройств. Их внешние изоляционные оболочки окрашены в различные цвета.

Провода также, как и кабели маркируют буквами, после которых цифрами записывают число и площадь сечения токопроводящих жил. При обозначении провода принята следующая структура. В центре ставится буква П, обозначающая провод. Перед буквами П может стоять буква А, обозначающая, что провод изготовлен из алюминиевых токопроводящих жил; если буквы А нет, то токопроводящие жилы изготовлены из меди. Вслед за буквой П стоит буква, характеризующая материал, из которого выполнена изоляция провода.

Марки обмоточных проводов имеют условные буквенные обозначения. Некоторые марки после буквенного обозначения имеют также цифровые обозначения 1 или 2. Цифра 1 указывает на нормальную толщину изоляции, а цифра 2 — на усиленную толщину.

Обозначение марок обмоточных проводов начинается с буквы П (провод). Волокнистая изоляция имеет обозначения: Б — хлопчатобумажная пряжа, Ш —

натуральный шелк, ШК или К — искусственный шелк — капрон, С — стекловолокно, А — асбестовое волокно, О или Д — соответственно указывают на один или два слоя изоляции. Для алюминиевых обмоточных проводов в конце обозначения добавляется буква А. Например, марка ПБД обозначает: провод обмоточный, медный, имеющий изоляцию из двух слоев хлопчатобумажной пряжи.

Эмалевая изоляция обмоточных проводов имеет обозначения: ЭЛ — эмаль лакостойкая, ЭВ — эмаль высокопрочная (винифлекс), ЭТ — эмаль теплостойкая полиэфирная, ЭВТЛ — эмаль полиуретановая, ЭЛР — эмаль полиамиднорезольная. Например, марка ПЭЛ обозначает: провод медный, покрытый лакостойкой эмалью.

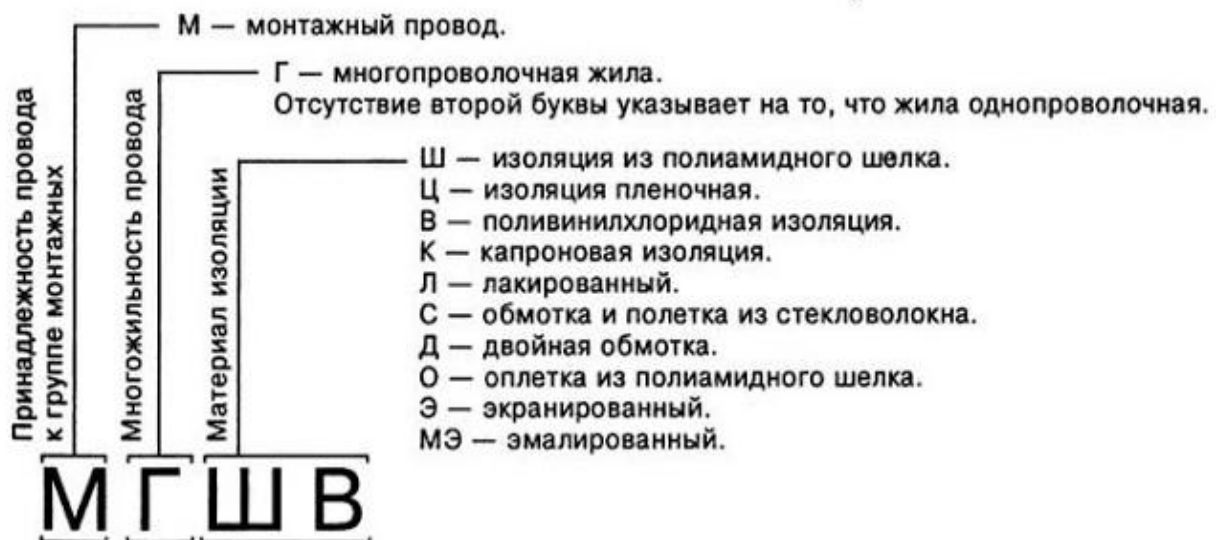
Комбинированная изоляция состоит из эмалевой изоляции, поверх которой наложена изоляция из волокнистых материалов. Например, марка ПЭЛБО обозначает: провод медный, покрытый лакостойкой эмалью и затем хлопчатобумажной пряжей в один слой.

Марки обмоточных проводов, изолированных стекловолокном и пропитанных в теплостойком лаке, имеют в своем обозначении букву К. Например, провод марки ПСДК.

Буквенное обозначение установочных проводов:

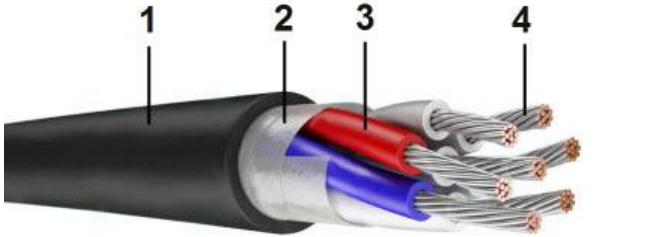
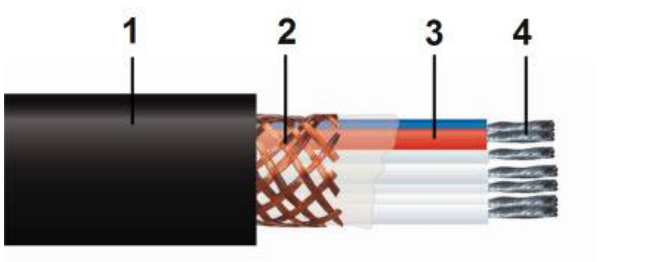
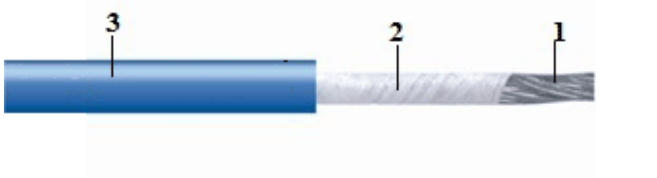
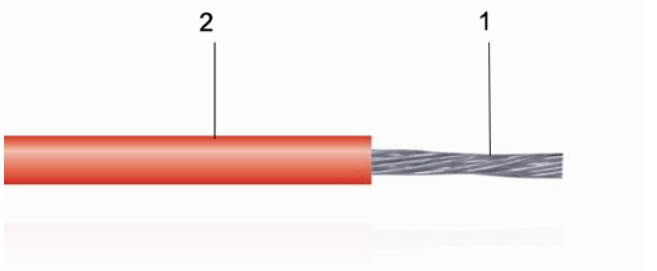


Буквенное обозначение монтажных проводов:




4. Задание


I. Опишите конструкцию силовых кабелей и проводов, представленных в таблице:
Таблица 1






	
	
	
	

II. Расшифруйте марку представленных кабелей и проводов, укажите область применения:

Таблица 2

 <p style="text-align: center;"><i>Кабель ВВГ</i></p>	
--	--

 <p data-bbox="411 488 592 517"><i>Кабель ВВГз</i></p>	
 <p data-bbox="491 748 651 777"><i>Кабель ВББШв</i></p>	
 <p data-bbox="453 1010 671 1039"><i>Кабель ВВГнг LS</i></p>	
 <p data-bbox="596 1352 719 1382"><i>Кабель КГ</i></p>	
 <p data-bbox="475 1666 635 1695"><i>Кабель АBBГ</i></p>	
 <p data-bbox="533 1921 708 1951"><i>Провод АПУНП</i></p>	

 <p>Провод ПУГНП</p>	
 <p>Провод ШВВП</p>	
 <p>Провод ПВС</p>	
 <p>Провод АПВ</p>	
 <p>Провод ПВЗ</p>	

5. Порядок проведения работы:

- 5.1. Изучить теоретические сведения.
- 5.2. Описать конструкцию проводов и кабелей, представленных в таблице 1.
- 5.3. Расшифровать марки кабельно-проводниковой продукции, представленной в таблице 2.
- 5.4. Составить отчет.

6. Содержание отчета:

- 6.1. Наименование работы.
- 6.2. Цель работы
- 6.3. Задание.
- 6.4. Описание конструкции проводов и кабелей.
- 6.5. Маркировка проводов и кабелей.

7. Контрольные вопросы:

- 7.1. Как подразделяется кабельно-проводниковая продукция?
- 7.2. Принципы маркировки кабельно-проводниковой продукции.

- 7.3. Опишите области применения кабелей.
7.4. Опишите области применения проводов.
7.5. Что такое провод?
7.6. Что такое кабель?

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 1

Тема: «Работа с полупроводниковыми приборами»

Цель: Научиться работать с полупроводниковыми приборами, определять их маркировку по справочным данным, производить простейшие расчёты с помощью графиков.

Формируемые умения:

- использовать электроматериалы при выполнении монтажных работ

Норма времени: 2 часа

Оснащение: Образцы полупроводниковых приборов, справочники

Теоретические сведения:

Система условных обозначений современных типов диодов установлена отраслевым Стандартом ОСТ 11336.919-81. В основу системы обозначений положен буквенно-цифровой код.

Первый элемент обозначен исходный полупроводниковый материалы, из которого изготовлен диод. Используются буквы или цифры:

Г или 1 - для германия или его соединений;

К или 2 - для кремния или его соединений;

А или 3 - для соединений галлия;

И или 4 - для соединений индия.

Второй элемент - буква, определяющая подкласс (или группу) прибора.

Д - для диодов выпрямительных, импульсных, магнитодиодов, термодиодов;

Ц - выпрямительные столбы и блоки;

А - диоды СВЧ;

В - варикапы;

И - туннельные и обращенные диоды;

Н - диодные тиристоры;

У - триодные тиристоры;

Л - излучатели (светодиоды);

Г - генераторы шума;

Б - диоды Ганна;

К - стабилизаторы тока;

С - стабилитроны и стабисторы.

Ф - фотодиоды

Третий элемент - состоит из трех цифр, обозначающих назначение и

качественные свойства приборов, а также порядковый номер разработки. Ниже приводится расшифровка третьего элемента обозначения различных типов диодов и обозначение третьего элемента стабилитронов в зависимости от их мощности.

Четвертый элемент (буква) обозначает классификацию диода внутри технологического типа по одному или нескольким электрическим параметрам. В ряде случаев такая классификация может осуществляться без буквы только с помощью третьего элемента, при этом приборам одного типа, но с различными классификационными параметрами даются разные трехзначные номера в пределах соответствующей сотни.

Порядок выполнения работы:

1. Расшифруйте предложенную преподавателем маркировку полупроводниковых приборов и зарисуйте условное графическое обозначение этих приборов.

Заполните таблицу 1.

Маркировка полупроводникового прибора	Расшифровка маркировки полупроводникового прибора	УГО полупроводникового прибора
АЛ102А-В		
КУ204А		
КД504А		
КВ107А		
ФДК1		
ГД402		
КЦ303		
КС139А		

2. Дайте определение каждого полупроводникового прибора приведённого в таблице 1.

Контрольные вопросы:

1. Область применения полупроводниковых приборов?
2. Дайте определение полупроводниковому диоду.
3. Перечислите основные параметры полупроводниковых материалов?
4. Приведите определение
 - туннельный диод;
 - фотодиод;
 - фототранзистор;
 - оптрон;
 - биполярный транзистор.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №2

Тема: «Измерение удельного сопротивления проводников.

Цель: научиться определять удельное сопротивление проводника, установить количественную зависимость электрического сопротивления от длины проводника:

Формируемые умения:

- использовать электроматериалы при выполнении монтажных работ

Норма времени: 2 часа

Оснащение: амперметр, вольтметр, лента измерительная, микрометр или штангенциркуль, источник тока, проволока из материала с большим удельным сопротивлением длиной 65–70 см и диаметром около 0,5 мм, металлические наконечники, ключ, соединительные провода.

Теоретические сведения:

Удельное электрическое сопротивление, или просто удельное сопротивление вещества — физическая величина, характеризующая способность вещества препятствовать прохождению [электрического тока](#).

Удельное сопротивление обозначается греческой буквой ρ . Величина, обратная удельному сопротивлению, называется [удельной проводимостью](#) (удельной электропроводностью). В отличие от [электрического сопротивления](#), являющегося свойством *проводника* и зависящего от его материала, формы и размеров, удельное электрическое сопротивление является свойством только *вещества*.

Электрическое сопротивление однородного проводника с удельным сопротивлением ρ , длиной l и площадью поперечного сечения S может быть рассчитано по формуле

$$R = \rho \frac{l}{S}$$

(при этом предполагается, что ни площадь, ни форма поперечного сечения не меняются вдоль проводника). Соответственно, для ρ выполняется

$$\rho = R \frac{S}{l}$$

Из последней формулы следует: физический смысл удельного сопротивления вещества заключается в том, что оно представляет собой сопротивление изготовленного из этого вещества однородного проводника единичной длины и с единичной площадью поперечного сечения.

Единица измерения удельного сопротивления в [Международной системе единиц \(СИ\)](#) — [Ом·м](#). Из соотношения

$$\rho = R \frac{S}{l}$$

следует, что единица измерения удельного сопротивления в системе СИ равна такому удельному сопротивлению вещества, при котором однородный проводник длиной 1 м с площадью поперечного сечения 1 м², изготовленный из этого вещества, имеет сопротивление, равное 1 Ом. Соответственно, удельное сопротивление произвольного вещества, выраженное в единицах СИ, численно равно сопротивлению участка электрической цепи, выполненного из данного вещества, длиной 1 м и площадью поперечного сечения 1 м².

В технике также применяется устаревшая внесистемная единица Ом·мм²/м, равная 10⁻⁶ от 1 Ом·м. Данная единица равна такому удельному сопротивлению вещества, при котором однородный проводник длиной 1 м с площадью поперечного сечения 1 мм², изготовленный из этого вещества, имеет сопротивление, равное 1 Ом. Соответственно, удельное сопротивление какого-либо вещества, выраженное в этих единицах, численно равно сопротивлению участка электрической цепи, выполненного из данного вещества, длиной 1 м и площадью поперечного сечения 1 мм².

Площадь поперечного сечения образца проволоки можно рассчитать по формуле $S = \frac{\pi d^2}{4}$

Порядок выполнения работы:

1. Запишите исходные формулы для расчета удельного сопротивления проводника, заполнив пропуски:

$$S = \frac{\pi \cdot \dots}{4};$$

$$R = \rho \frac{\dots}{S};$$

$$I = \frac{\dots}{R}.$$

2. Получите *рабочую формулу* для расчета удельного сопротивления проводника,

заполнив пропуски: $\rho = \frac{\dots \cdot S}{l}$

3. Зарисуйте в тетради схему электрической цепи для измерения удельного сопротивления проводника.

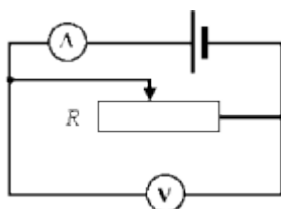


Рис.1 Схема электрической цепи.

4. Измерьте микрометром или штангенциркулем диаметр проволоки d , вычислите площадь поперечного сечения проволоки S .
5. Измерьте лентой длину проволоки l (между металлическими наконечниками).
6. Соберите цепь, соединив последовательно источник тока, проволоку, амперметр и ключ.
7. Параллельно проволоке подключите вольтметр.
8. Замкнув ключ, измерьте силу тока I в цепи и напряжение U на концах проволоки. Рассчитайте электрическое сопротивление R проволоки.
9. Вычислите удельное сопротивление ρ по *рабочей формуле*.
10. Разомкните ключ, измените расстояние l между наконечниками и измерьте длину проволоки во второй раз.
11. Замкнув ключ, измерьте опять силу тока I в цепи и напряжение U на концах проволоки; вычислите сопротивление проволоки R и ее удельное сопротивление ρ во второй раз.
12. Повторите п. 10, 11, проделав опыт в третий раз.
13. Рассчитайте среднее значение экспериментально полученных значений удельного

$$\rho_{\text{ср}} = \frac{\rho_1 + \rho_2 + \rho_3}{3}$$

сопротивления по формуле:

14. По данным таблицы постройте график зависимости $R(l)$.
15. Сравните среднее экспериментальное значение удельного сопротивления проволоки с табличными данными, укажите, из какого материала изготовлена проволока, проанализируйте график зависимости $R(l)$, запишите вывод.

Контрольные вопросы.

1. Как классифицируют проводниковые материалы?
2. Что такое удельное сопротивление?
3. По какой формуле рассчитывается удельное сопротивление?
4. В каких единицах измеряется удельное сопротивление?

Критерии оценки:

Оценка 5 – «отлично» выставляется, если обучающийся имеет глубокие знания учебного материала по теме практической работы, показывает усвоение взаимосвязи основных понятий используемых в работе, смог ответить на все уточняющие и дополнительные вопросы.

Оценка 4 – «хорошо» выставляется, если обучающийся показал знание учебного материала, усвоил основную литературу, смог ответить почти полно на все заданные дополнительные и уточняющие вопросы.

Оценка 3 – «удовлетворительно» выставляется, если обучающийся в целом освоил материал практической работы, ответил не на все уточняющие и дополнительные вопросы.

Оценка 2 – «неудовлетворительно» выставляется обучающемуся, если он имеет существенные пробелы в знаниях основного учебного материала практической работы, который полностью не раскрыл содержание вопросов, не смог ответить на уточняющие и дополнительные вопросы.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 3

Цветные металлы и сплавы

Цель: изучение цветных металлов, определение химического состава цветных металлов и их сплавов по их маркам.

СПРАВОЧНЫЙ МАТЕРИАЛ

Цветные металлы и сплавы широко применяются в различных областях промышленности. Цветные металлы и их сплавы обладают различными физико-химическими, механическими и технологическими свойствами, благодаря которым они нашли широкое применение: высокой устойчивостью против коррозии, электро- и теплопроводностью, способностью подвергаться различным видам обработки.

1. МЕДЬ И СПЛАВЫ НА ЕЕ ОСНОВЕ

МЕДЬ. По ГОСТ 859 — 2014 первичная техническая медь выпускается в виде катодов, слитков, полуфабрикатов, прутков, которые перерабатываются в круглые, квадратные, шестигранные горячекатаные и тянутые ленты, труб, проволоки электротехнической, фольги медной и рулонной и электролитической и медных порошков. Маркируется медь буквой М и цифрами, зависящими от содержания примесей. Медь марок М00 (0,01% примесей), М0 (0,05% примесей), М1 (0,1% примесей) используется для изготовления проводников электрического тока, медь М2 (0,3% примесей) – для производства высококачественных сплавов меди, М3 (0,5% примесей) - для сплавов обыкновенного качества.

В качестве конструкционного материала технически чистую медь применяют редко, так как она имеет низкие прочностные свойства, твердость.

Основными конструкционными материалами на основе меди являются сплавы латуни и бронзы.

БРОНЗЫ – Бронзы — это сплавы меди с оловом, алюминием, кремнием и другими элементами. Маркировка бронзы начинается с букв Бр.

По технологическому признаку бронзы делятся на деформируемые и литейные.

Деформируемые бронзы маркируются буквами Бр, после которых перечисляются легирующие элементы, а затем соответственно содержание этих элементов в процентах (табл. 1). Содержание меди определяется по разности от 100 %. Содержание всех этих

элементов указывается в конце марки через тире в том же порядке, что и указанные легирующие вещества.

Пример:

БрОЦС4-4-4 – обрабатываемая давлением бронза с содержанием 4% олова, 4% цинка, 4% свинца, остальное – медь.

БрАЖНМц9-4-4-1 – обрабатываемая давлением бронза с содержанием 9% алюминия, 4% железа, 4% никеля, 1% марганца, остальное – медь.

БрОЦС 8-4-3 содержит 8 % Sn, 4 % Zn, 3 % Pb, остальное – медь.

В марке **литейной бронзы** после обозначения Бр стоят буквы, обозначающие легирующие элементы (табл. 2.2), и сразу после них – число весовых процентов данного элемента. (Иногда в конце марки стоит буква Л (литейная)).

Пример:

Бр06ЦЗН6 – литейная бронза содержит 6 % Sn, 3 % Zn, 6 % Pb, 85 % Cu.

БрО5Ц5С5 – литейная бронза с содержанием 5% олова, 5% цинка, 5% свинца, остальное – медь.

БрА7Мц15ЖЗН2Ц2 – литейная бронза с содержанием 7% алюминия, 15% марганца, 3% железа, 2% никеля, 2% цинка, остальное – медь (ГОСТ 493–79).

Таблица 1 – Обозначение легирующих элементов в сплавах цветных металлов

Буквенное обозначение расшифровка	Буквенное обозначение расшифровка
А – алюминий	Ж – железо
Б – бериллий	С – свинец
Мц – марганец	Мг – магний
Су – сурьма	Ср – серебро
К – кремний	Мш – мышьяк
Н – никель	Т – титан
Кд – кадмий	Х – хром
О – олово	Ц – цинк
Ф – фосфор	

ЛАТУНИ. Сплавы меди с цинком называются латунями. По сравнению с медью латунь обладает более высокой прочностью, твердостью, упругостью, коррозионной

стойкостью, меньшей пластичностью и высокими технологическими свойствами (литейными свойствами, деформируемостью и обрабатываемостью резанием.

Маркировка латуней начинается с буквы Л. В зависимости от назначения и метода обработки латуни делят на литейные (ГОСТ 17711–93) и обрабатываемые давлением (ГОСТ 15527–2004).

В марке латуни, обрабатываемой давлением, после буквы Л стоит содержание меди в весовых процентах. Затем идет перечень всех букв легирующих элементов (табл. 2.2), входящих в состав сплава. Содержание этих элементов (в вес.%), указывается в конце марки через тире в том же порядке, что и указанные легирующие вещества. Содержание главного легирующего элемента в латуни (цинк) получается как остаток до 100%.

Пример: ЛАНКМц75-2-2,5-0,5-0,5 – обрабатываемая давлением латунь содержит 75% меди, легирована 2% алюминия, 2% никеля, 0,5% кремния, 0,5% марганца, остальное – цинк (ГОСТ 15527–2004).

В марке литейной латуни после буквы Л стоит Ц и сразу указывается содержание цинка (в весовых %). Далее в таком же порядке приводятся остальные легирующие элементы (табл. 1 с их содержанием. Остальное – медь.

Пример: ЛЦ23А6ЖЗМц2 – литейная латунь с содержанием 23% цинка, 6% алюминия, 3% железа, 2% марганца, остальное – медь (ГОСТ 17711–93).

Медно-никелевые сплавы (ГОСТ 492-2006) обладают особыми физическими и химическими свойствами. Марка таких сплавов начинается с буквы М (медь), затем идут буквы легирующих элементов и в конце в том же порядке среднее содержание этих веществ в весовых процентах.

Пример: Сплав МНМц15-20 – медный сплав с содержанием 15% никеля и 20% марганца.

2. АЛЮМИНИЙ И СПЛАВЫ НА ЕГО ОСНОВЕ

АЛЮМИНИЙ. В зависимости от чистоты различают алюминий особой чистоты: А999 (99,999 % А1); высокой чистоты:

А995 (99,995 % А1), А99 (99,99 % А1), А97 (99,97 % А1), А95 (99,95 % А1) и технической чистоты: А85, А8, А7, А6, А5, А0 (99,0 % А1) (ГОСТ 4784-97).

Алюминиевые сплавы классифицируют по технологии изготовления, способности к упрочнению термической обработкой и свойствам. Единой цифровой маркировки алюминиевых сплавов не существует, деформируемые, литейные и спеченные сплавы маркируются по-разному.

Деформируемые сплавы имеют буквенную и буквенно-цифровую маркировку, причем выбор букв и цифр производится случайным образом: сплав Al-Si-Cu-Mg, обозначается АВ (авиаль), сплав Al-Mn обозначается АМц, а сплав Al-Mg обозначается

-АМг. Цифры, следующие за буквами, приблизительно соответствуют содержанию легирующего элемента.

Авиальми называют алюминиевые деформируемые сплавы тройной системы Al-Mg-Si, которые могут содержать так же другие легирующие элементы. Авиаль уступает дюралюминам по прочности, но имеет лучшую пластичность, предел выносливости с малой плотностью. Высокая пластичность после закалки облегчает обработку сплавов давлением. Из авиала изготавливают кованные и штампованные детали сложной формы.

К группе **деформируемых алюминиевых сплавов, не упрочняемых термической обработкой** относятся сплавы алюминия с марганцем АМц и магнием АМг. Сплавы отличаются невысокой прочностью ($\sigma_{\text{в}} = 110 \text{ МПа}$), высокой пластичностью ($\delta = 30 \%$), что обеспечивает хорошую обрабатываемость давлением, хорошую свариваемость и высокую коррозионную стойкость. Обработка резанием затруднена. Сплавы АМц и АМг применяются для сварных и клепаных элементов конструкций, испытывающих небольшие нагрузки, но требующие высокого сопротивления коррозии. Сплавы для сварных конструкций разделяют на две группы:

- алюминивно-марганцевые (марки АМц, АМц1);
- алюминивно-магниевые или магниалии (марки АМг2, АМг3, АМг4).

Буквы означают группу сплавов, цифры – порядковый номер (у алюминивно-марганцевых) или среднее содержание магния в процентах (у алюминивно-магниевых).

Пример:

АМц1 означает алюминивно-марганцевый сплав для сварных конструкций с порядковым номером 1;

АМг3 – алюминивно-магниевый сплав для сварных конструкций, содержащий 3% магния.

Дюралюмины – сплавы системы Al-Cu-Mg и системы Al-Cu-Mn. Деформируемые термически упрочняемые (закалка + старение) сплавы. Маркируются буквой Д и порядковым номером в ГОСТ 4784-97. Буква Д означает дуралюмин, цифра – порядковый номер сплава.

Пример: Сплав Д16– дуралюмин № 16.

Сплавы типа В95 – это высокопрочные (буква В) сплавы алюминия с добавками Zn, Mg, Cu. Цифры означают порядковый номер сплава. Марки: В88, В96

Ковочные алюминиевые сплавы маркируют следующим образом: АК2, АК4, АК8. Буквы АК означают алюминиевые ковочные сплавы, цифры – порядковый номер сплава.

Алюминивно-кремниевые сплавы (силумины) - группа литейных сплавов. Имеют малую усадку при кристаллизации расплава. Применяются для отливок корпусов разных механизмов, корпусов приборов, деталей бытовых приборов, декоративного литья

маркируют в соответствии с ГОСТом 1583-93 буквами АЛ (алюминиевый литейный) и числом, соответствующим номеру сплава (при маркировке отливок). Марки силуминов: АЛ2, АЛ4, АЛ9.... Силумины, выпускаемые в чушках, маркируют буквами АК (сплавы системы алюминий-кремний) и числом, указывающим на среднее содержание кремния в процентах.

Пример: *АЛ9* означает алюминиевый литейный сплав (силумин) с условным номером 9.

АК12 означает алюминиевый литейный сплав (силумин) с содержанием кремния 12%

АК 9 означает алюминиевый литейный сплав (силумин) с содержанием кремния 9 %

3. МАГНИЕВЫЕ СПЛАВЫ

Магниевые сплавы – это сплавы магния с алюминием, марганцем, медью, кремнием, бериллием, цинком, цирконием и т.д. Магниевые сплавы имеют буквенно-цифровую систему обозначения марок. Буквы указывают соответствующую группу, а цифры – порядковый номер сплава. Магниевые сплавы подразделяют на две группы:

- деформируемые (ГОСТ 14957-79);
- литейные (ГОСТ 2856-79).

Марки деформируемых сплавов: МА1, МА2, ... МА20.

Например: МА15 означает, марка магниевого деформируемого сплава с порядковым номером 15.

Марки литейных сплавов: МЛ3, МЛ4, ... МЛ19.

Пример: МЛ15 - магниевого литейный сплав с порядковым номером 15.

4. СПЛАВЫ НА ОСНОВЕ ТИТАНА

Маркировка титана в российской трактовке в большинстве случаев представляет собой букву «Т», указывающую на основной элемент и буквенные символы, идентифицирующие производителя. Исторически сложилась система маркировки титановых сплавов, отражающая наименование организации разработчика и порядковый номер разработки сплава.

Титановые сплавы выпускаются 14 марок

Марка ВТ означает «ВИАМ титан», затем следует порядковый номер сплава.

Марка ОТ означает «Опытный титан» - сплавы, разработанные совместно ВИАМом и заводом ВСМПО (г. Верхняя Салда, Свердловской области).

Марка ПТ означает «Прометей титан» - разработчик ЦНИИ КМ («Прометей», г. Санкт-Петербург.)

Если после порядкового номера сплава стоит буква С или через тире ноль или единица, то это указывает, что сплав модернизирован, изменен по химическому составу.

Иногда в марку сплава добавляют буквы

«У» - улучшенный,

«М» - модифицированный,

«И» - специального назначения,

«Л» означает литейный сплав,

«В» - сплав, где марганец заменен эквивалентным количеством ванадия.

Технический титан может маркироваться одной буквой «Т» с последующим указанием чистоты сплава в цифрах, при чём меньше по величине число указывает на более очищенный сплав.

Например, один из самых качественных титанов считается титан ВТ1-00, количество примесей в котором не превышает 0,1%, а чистого титана содержится 99,9%.

Среди наиболее популярных титановых сплавов, стоит отметить следующие металлы с соответствующей маркировкой:

- ВТ5 и ВТ5-1 – свариваемый сплав с содержанием алюминия 4%-6%;
- ОТ4, ОТ4-0 и ОТ4-1 – алюминиево-магниевый титановый сплав, отличающийся отличной свариваемостью;
- ВТ18, ВТ20 – жаростойкие сплавы с повышенным содержанием алюминия до 8%;
- ВТ22 – безалюминиевый титановый сплав, легированный ванадием (около5%) и молибденом (около 5%);
- ВТ8, ВТ9 – термостойкие алюминиевые титановые сплавы с содержанием алюминия в промежутке от 4,5% до 7%;
- ВТ6, ВТ6С – алюминиевые сплавы с включением ванадия (3,5%-6%);
- ВТ15 – один из самых прогрессивных титановых сплавов, в состав которого входит хром (около10%), молибден (7%-8%) и алюминий (около3,5%).

ПРАКТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

1. Запишите в тетрадь номер работы, тему и цель.
2. Внимательно изучите справочный материал.
3. Дать расшифровку марок сплавов цветных металлов и их сплавов по вариантам.

1 вариант	2 вариант
Марка сплава	Марка сплава
БрОЦС 4-4-4	МЛ4
Л96	Д1
БрС30	АМг3
ЛАНКМц75-2-2,5-0,5-0,5,	ЛО62-1
ЛЖС58-1-1	ЛМцА57-1-1
БрО4Ц4С17	БрА71Мц15Ж3Н2Ц2
БрО6Ц6С3	БрО10Ф1
АК9	АК7
АМг3	АМг4
Д16	ВТ5
ОТ4	Д1
АМц 1	МА 15
ЛАЖ 60-1-1	Л63
БрАЖ9-4	БрАЖН10-4-4
БрКМц3-1	БрК4
БрОЦСН 3-7-5-1	БРАЖМц 10-3-1
АЛ2	АЛ5
МЛ10	МЛ5
ВТ5Л	ВТ14Л
ВТ6	ВТ8

4. Ответьте на вопросы

Контрольные вопросы для самостоятельной работы

1. Запишите пропуски в тексте. Для выполнения задания используйте информационный банк.

Чистая медь – металл розовато-красного цвета. Ее плотность составляет _____, температура плавления - _____. В отожженном состоянии ее предел прочности _____, относительное удлинение _____, твердость _____.

2. Почему руды цветных металлов называют полиметаллическими?
3. Допишите определение: сплав меди с оловом, алюминием, никелем и другими элементами называется _____.
4. Используя информационный банк, запишите марки литейных и деформированных сплавов титана:

литейные _____

деформируемые _____

5. Опишите основные свойства меди.
6. Какие примеси меди значительно снижают пластичность и электропроводность?
7. Как влияет кислород, висмут, сера на структуру и свойства меди?
8. Опишите влияние цинка на свойства латуней.
9. Опишите влияние легирующих элементов на свойства бронз.
10. Какие принципы положены в основу маркировки латуней и бронз?
11. Как по маркировке отличить алюминиевые сплавы для литья (силумины) от сплавов для пластического деформирования (дюралюмины)? Всегда ли это возможно?

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №4

Тема: «Расшифровка марок конденсаторов»

Цель: научиться определять маркировку и номиналы конденсаторов с различными типами диэлектрика.

Формируемые умения:

- использовать электроматериалы при выполнении монтажных работ

Норма времени: 2 часа

Оснащение: Образцы конденсаторов, справочники

Теоретические сведения:

1. Маркировка состоит из буквенно-цифрового кода:

- Первый элемент (буквы и цифры) обозначают тип конденсатора.
- Второй элемент (цифры и буквы) обозначают рабочее напряжение.

- *Третий элемент (цифры и буквы)* обозначают номинальную емкость конденсатора и единицу измерения.

p - пикофарады

n - нанофарады

μ - микрофарады

m- миллифарады

- *Четвертый элемент (цифры)* – допустимое отклонение от номинала в процентах или буквенный код, значение которого определяют по таблице 1

- *Пятый элемент (буква)* - обозначает код ТКЕ, который определяют в соответствии с таблицей 2.

Пример: К42 250В 0,1μ ± 5% Н

означает: конденсатор постоянной емкости, бумажный металлизированный, номинальная емкость 0,1 микрофарада, допустимое отклонение от номинала 5%; рабочее напряжение 250В; Н- код ТКЕ, который соответствует значению М33.

3.2 На малогабаритных конденсаторах первый и второй элементы не указывают.

Пример: 100p KV означает:

Номинал – 100 пикофарад; К- кодированное значение допустимого отклонения, которое соответствует 10%; V- код ТКЕ, который соответствует значению М1300.

Точность %	Кодированное обозначение
± 0,001	Е
± 0,002	L
± 0,005	R
± 0,01	P
± 0,02	U
± 0,05	X
± 0,1	B
± 0,2	C
± 0,5	D
± 1	F

± 2	G
± 5	J=И
± 10	K=C
± 20	M

Обознач. группы	Букв. код
П100	A
П60	G
П33	N
МПО	C
М33	H
М47	M
М75	L
М150	P

Порядок выполнения работы:

1. Определить маркировку 8 конденсаторов, находящихся на печатной плате
2. Заполнить таблицу:

Марка конденсатора	Тип диэлектрика	Параметры конденсатора			
		Номин. емкость	Допуск	ТКЕ	Рабочее напряж.
КМ-3					
К22П					
К10-47					
К73-9					
К40-У					
К53-6					
МБМ					
КЛС					

Контрольные вопросы:

1. Какие диэлектрики относятся к органическим?
2. Какие диэлектрические материалы называются пленочными?
3. Где используют стекла, ситаллы и керамику?

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №5

Тема: «Работа с полупроводниковыми приборами»

Цель: Научиться работать с полупроводниковыми приборами, определять их маркировку по справочным данным, производить простейшие расчёты с помощью графиков.

Формируемые умения:

- использовать электроматериалы при выполнении работ

Теоретические сведения:

Система условных обозначений современных типов диодов установлена отраслевым Стандартом ОСТ 11336.919-81. В основу системы обозначений положен буквенно-цифровой код.

Первый элемент обозначен исходный полупроводниковый материалы, из которого изготовлен диод. Используются буквы или цифры:

Г или 1 - для германия или его соединений;

К или 2 - для кремния или его соединений;

А или 3 - для соединений галлия;

И или 4 - для соединений индия.

Второй элемент - буква, определяющая подкласс (или группу) прибора.

Д - для диодов выпрямительных, импульсных, магнитодиодов, термодиодов;

Ц - выпрямительные столбы и блоки;

А - диоды СВЧ;

В - варикапы;

И - туннельные и обращенные диоды;

Н - диодные тиристоры;

У - триодные тиристоры;

Л - излучатели (светодиоды);

Г - генераторы шума;

Б - диоды Ганна;

К - стабилизаторы тока;

С - стабилитроны и стабисторы.

Ф - фотодиоды

Третий элемент - состоит из трех цифр, обозначающих назначение и качественные свойства приборов, а также порядковый номер разработки. Ниже приводится расшифровка третьего элемента обозначения различных типов диодов и обозначение третьего элемента стабилитронов в зависимости от их мощности.

Четвертый элемент (буква) обозначает классификацию диода внутри технологического типа по одному или нескольким электрическим параметрам. В ряде случаев такая классификация может осуществляться без буквы только с помощью третьего элемента, при этом приборам одного типа, но с различными классификационными параметрами даются разные трехзначные номера в пределах соответствующей сотни.

Порядок выполнения работы:

1. Расшифруйте предложенную преподавателем маркировку полупроводниковых приборов и зарисуйте условное графическое обозначение этих приборов.

Заполните таблицу 1.

Маркировка полупроводникового прибора	Расшифровка маркировки полупроводникового прибора	УГО полупроводникового прибора
АЛ102А-В		
КУ204А		
КД504А		
КВ107А		
ФДК1		
ГД402		
КЦ303		
КС139А		

3. Дайте определение каждого полупроводникового прибора приведённого в таблице 1.

Контрольные вопросы:

5. Область применения полупроводниковых приборов?
6. Дайте определение полупроводниковому диоду.
7. Перечислите основные параметры полупроводниковых материалов?
8. Приведите определение
 - туннельный диод;
 - фотодиод;
 - фототранзистор;
 - оптрон;
 - биполярный транзистор.

