

Тема 1. Электрорадиоматериалы радиоэлектронных средств

Лекция 1. Введение. Общая классификация материалов конструкций РЭА и требования, предъявляемые к ним

Вопросы:

- 1.1 Введение
- 1.2 Основные понятия о конструкционных и радиотехнических материалах. Требования к материалам
- 1.3 Общая классификация материалов конструкций РЭА

Литература

1. Петров К.С. Радиоматериалы и радиокомпоненты.

1. Введение

Научно-технический прогресс связан, прежде всего, с разработкой и использованием более совершенных материалов. Особенно справедливо это для радиоэлектроники.

Надежность, чувствительность, быстродействие, верхний и нижний пределы допустимых при эксплуатации температур, стойкость к ударам, вибрациям и другие важнейшие параметры радиоэлектронных приборов, в конечном счете, определяются не столько конструкцией или электрической схемой, сколько используемыми в них материалами.

Без овладения знаниями данного курса невозможно понимание сущности действия элементной базы радиоэлектронных средств.

В соответствии с требованиями к специалистам специальности «Бытовая радиоэлектронная аппаратура», инженер должен:

Знать: функциональные свойства материалов и их основные параметры, принцип действия радиокомпонентов, их типы и основные конструктивные и эксплуатационные характеристики, области применения;

Уметь: определить оптимальный состав радиокомпонентов в зависимости от конструкции и назначения РЭС, а также провести расчет их основных характеристик;

Приобрести навыки: пользования справочными материалами при выборе радиокомпонентов и конструкционных материалов РЭС;

Иметь представление: о состоянии производства радиокомпонентов в нашей стране и за рубежом, а также перспективных направлениях их дальнейшего развития.

На дисциплину отводится 36 учебных часов, из них 18 часов – лекции, 18 часов – лабораторные работы. Изучение дисциплины заканчивается экзаменом.

2. Основные понятия о конструкционных и радиотехнических материалах. Требования к материалам

Материалы, используемые в радиоэлектронике, принято условно делить на два вида:

- конструкционные материалы;
- электрорадиоматериалы (электротехнические).

Конструкционные материалы служат для изготовления вспомогательных деталей, выполняющих, в основном, роль механических нагрузок – корпуса, шасси, шкалы и т.д.

Электрорадиоматериалы необходимы для изготовления: проводов, резисторов, катушек индуктивности, трансформаторов, электродвигателей, генераторов, макетов, диодов, транзисторов и т.д.

Данное разделение является условным. Материалы, входящие в обе группы, могут использоваться как для одних, так и для других целей. Например, алюминий может применяться как для изготовления несущих конструкций, так и для изготовления экранов; перегородки между отдельными каскадами являются чисто электрической деталью и в то же время придают жесткость конструкции.

Требования к материалам зависят от множества факторов и зависят от назначения материалов. Однако можно выделить ряд требований, которые являются общими для материалов. Так, все требования можно разделить на три основных вида:

- эксплуатационные;
- технологические;

- экономические.

Рассмотрим более подробно каждые из них.

Технологические требования – это требования, обеспечивающие минимальную трудоемкость при изготовлении РЭА в условиях производства. К ним относятся: обрабатываемость, пластичность разных свойств при различных воздействиях, литейное качество и т.п.

Экономические требования: себестоимость и дефицитность.

Данные показатели позволяют определить выбор материала от вида производства. Одни технологические процессы выгодны при массовом производстве (литье, штамповка, прессование), другие – при мелкосерийном и индивидуальном производстве (слесарная обработка, сверловка и т.п.).

К эксплуатационным требованиям (свойствам) обычно относятся:

- прочность объемная и поверхностная (предел прочности, предел текучести, предел выносливости, твердости и т.п.);
- жесткость (модуль упругости E);
- упругость (предел упругости σ_y);
- ударная вязкость;
- износостойкость (твердость поверхности или допускаемое удельное давление кг/см^2);
- антифрикционность (коэффициент трения скольжения f);
- коррозионная стойкость;
- тангенс угла потерь;

Тангенс угла диэлектрических потерь $\text{tg}\delta$ - характеризует активные потери энергии, рассеиваемые в диэлектрике при его работе в переменном электрическом поле.

$\text{tg}\delta = 10^{-6} \div 10^{-5}$ - газообразные Д;

$\text{tg}\delta = (2 \div 5)10^{-4}$ - твердые Д.

- величина ТКР (величина температурного коэффициента удельного сопротивления);

Позволяет учитывать скорость изменения удельного сопротивления в зависимости от температуры: $TK\rho = (\rho_2 - \rho_1) / \rho_1(T_2 - T_1)$, где ρ_1 , ρ_2 - удельные сопротивления материала при начальной T_1 и конечной T_2 температурах; $\rho_2 = \rho_1(1 + TK\rho(T_2 - T_1))$.

- теплопроводность;

Коэффициент теплопроводности (λ) - позволяет оценить способность материала проводить тепло от более нагретой его поверхности к их менее нагретой. [Вт/мС⁰].

$$\lambda = Qh / 0,865(T_2 - T_1)\tau,$$

где Q – количество тепла (ккал), проходящее за время τ ; S – поверхность [м²]; h - толщина [м]; $(T_2 - T_1)$ – разность температур поверхностей материала.

- диэлектрическая и магнитная проницаемости;

Диэлектрическая проницаемость (ε) - характеризует способность диэлектрика или полупроводника образовывать электрическую емкость. Диэлектрическая проницаемость – величина, которая определяет, во сколько раз сила взаимодействия зарядов в физической среде меньше, чем в вакууме.

$$\varepsilon_a = \varepsilon_0 \varepsilon,$$

$$\varepsilon_0 = 8,85416 \cdot 10^{-12} \text{ Ф/м} - \text{электрическая постоянная};$$

ε – относительная диэлектрическая проницаемость;

$\varepsilon = 1$ - для вакуума;

$\varepsilon = 1,00058$ - для воздуха;

$\varepsilon = 2 \div 9$ - для жидких и твердых диэлектриков.

- влагостойкость (электрический показатель) и т.п.

До 50 годов материалов для изготовления РЭА сводился к требованиям стоимостным, технологическим и эксплуатационным, способным обеспечить производство РЭА на основе электронных ламп. Естественно, разработка материалов шла по пути поисков материалов, обладающих большой электриче-

ской прочностью, хорошими высокочастотными свойствами, прочностными механическими характеристиками и т.п.

С появлением и развитием полупроводниковой электроники, микроэлектроники и оптоэлектроники появилась неточность в материалах, пригодных для изготовления полупроводниковых приборов и микросхем.

3. Общая классификация материалов конструкций РЭА

Материалы конструкций радиоэлектронной аппаратуры можно классифицировать по нескольким признакам.

По области применения материалы подразделяются на

- конструкционные;
- пропиточные;
- отделочные;
- электрорадиоматериалы.

Указанные материалы могут быть металлическими и неметаллическими.

По электрическим свойствам материалы делятся на

- диэлектрические;
- проводниковые;
- полупроводниковые;
- магнитные.

При работе приборов на ЭВМ воздействуют электрическое и магнитное поля, как отдельно, так и в совокупности.

По поведению в электрическом поле материалы разделяют:

- проводниковые;
- полупроводниковые;
- диэлектрические.

По поведению в магнитном поле:

- магнитные;
- немагнитные.

Проводниковые материалы служат для проведения электрического поля. Обладают малым удельным сопротивлением ($\rho = 1/\sigma$ [Ом м]).

К ним относятся:

- сверхпроводниковые материалы ($\rho \downarrow$);
- припроводниковые материалы ($\rho \uparrow$).

Полупроводниковые материалы используются, когда необходима управляемая напряжением, температурой и другими факторами проводимость. Из них изготавливают: диоды, транзисторы, термисторы, фоторезисторы и др. полупроводниковые приборы.

Диэлектрики – вещества с высоким удельным сопротивлением. Используются в качестве электроизоляционных материалов.

Магнитные материалы – материалы, способные намагничиваться при внесении в магнитное поле.

Применяются для изготовления:

- сердечников катушек индуктивности;
- постоянных машин;
- трансформаторов.

Все радиоматериалы по электропроводности можно разделить на три группы:

- проводники $\rho = 10^{-6} \div 10^{-3} \text{ Ом} \cdot \text{м}$ $TK\rho > 0$;
- полупроводники $\rho = 10^{-4} \div 10^8 \text{ Ом} \cdot \text{м}$ $TK\rho < 0$;
- диэлектрики $\rho = 10^{10} \div 10^{20} \text{ Ом} \cdot \text{м}$ $TK\rho < 0$.

Такая классификация условна. При высоких температурах ρ меняется, и одни материалы становятся из проводников – диэлектриками, а другие из диэлектриков – проводниками

Кроме перечисленных видов классификации особо выделяются материалы для новейших областей техники РЭА:

- оптоэлектроники;
- СВЧ-техники;
- квантовой техники;
- электронные материалы.