

КЛАССИФИКАЦИЯ ПРОВОДНИКОВЫХ МАТЕРИАЛОВ

ПРЕПОДАВАТЕЛЬ: ВИКТОРИЯ
ЮРЬЕВНА

I. ПО АГРЕГАТНОМУ СОСТОЯНИЮ

- **Газообразные.**

- К ним относят все газы и пары, в том числе и пары металлов. При достаточно малых значениях напряженности электрического поля E они являются диэлектриками и обладают очень высоким удельным электрическим сопротивлением ρ .
- Проводимость газов и паров используют в различных газообразных приборах.

Электрический ток в газах: в лампах дневного света, в лазерах, в прожекторах, в газосветных трубках, в ртутных выпрямителях, для резки и сварки металлов, в проекционных аппаратах, в стабилизаторах напряжения, в зеркалах приборов,



I. ПО АГРЕГАТНОМУ СОСТОЯНИЮ

- **Жидкие.**

- К ним относят расплавы металлов и растворы и расплавы солей, кислот и других веществ с ионным строением молекул.
- Электропроводность **проводников I рода** не сопровождается химическими процессами, она обусловлена электронами.
- К проводникам I рода относятся: чистые металлы, т. е. металлы без примесей, сплавы, некоторые соли, оксиды и ряд органических веществ.
- На электродах, выполненных из проводников I рода, происходит процесс переноса катиона металла в раствор или из раствора на поверхность металла.
- К проводникам II рода относятся электролиты. В них прохождение тока связано с химическими процессами и обусловлено движением положительных и отрицательных ионов.



I. ПО АГРЕГАТНОМУ СОСТОЯНИЮ

- ***Твердыми проводниками*** являются металлы, металлические сплавы и некоторые модификации углерода.
- К металлам относят пластичные вещества с характерным для них блеском, которые хорошо проводят электрический ток и теплоту. Среди материалов электронной техники металлы занимают одно из важнейших мест.

2. ПО ХАРАКТЕРУ ПРИМЕНЕНИЯ В РАДИОЭЛЕКТРОННЫХ ПРИБОРАХ МЕТАЛЛИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ПОДРАЗДЕЛЯЮТ НА:

I) материалы с высокой проводимостью (удельное электрическое сопротивление $\rho \leq 0.1$ мкОм*м)

ТРЕБОВАНИЯ:

- Достаточная прочность и пластичность, которые определяют технологичность;
- Коррозионная стойкость в атмосферных условиях;
- Высокая износостойкость;
- Хорошие свариваемость и паяемость для получения надежных соединений с высокой электрической проводимостью

2. ПО ХАРАКТЕРУ ПРИМЕНЕНИЯ В РАДИОЭЛЕКТРОННЫХ ПРИБОРАХ МЕТАЛЛИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ПОДРАЗДЕЛЯЮТ НА:

2) материалы с высоким электросопротивлением (удельное электрическое сопротивление $\rho \geq 0.3 \text{ мкОм*м}$)

Требования:

- Малый температурный коэффициент электрического сопротивления;
- Высокая жаростойкость, что особенно важно для нагревательных элементов;
- Хорошая пластичность, так как в большинстве случаев сплавы используют в виде лент и проволоки

В ЗАВИСИМОСТИ ОТ РАБОЧЕЙ ТЕМПЕРАТУРЫ ВСЕ СПЛАВЫ С ПОВЫШЕННЫМ ЭЛЕКТРИЧЕСКИМ СОПРОТИВЛЕНИЕМ ПОДРАЗДЕЛЯЮТ НА 3 ГРУППЫ:

1. Сплавы, рабочая температура которых не выше 500°C , используют для изготовления прецизионных элементов сопротивления (резисторов, термодатчиков, шунтов и т. д.). К таким сплавам относятся медные сплавы, легированные никелем и марганцем (константаны и манганины); сплавы на основе серебра, палладия, золота, платины.

2. Сплавы, рабочая температура которых ниже 1200°C , используют для изготовления элементов сопротивления и нагревательных элементов (реостаты и нагревательные элементы в мощных электронагревательных установках и промышленных печах). К материалам этой группы относятся сплавы на основе железа, никеля и хрома (нихромы).

3. При температурах выше 1200°C используют сплавы на основе тугоплавких металлов (вольфрама, молибдена, титана). Эти сплавы используют в основном для изготовления нагревателей электрических печей. Кроме сплавов металлов для нагревателей применяют также керамические материалы.

ОСНОВНЫЕ СВОЙСТВА И ХАРАКТЕРИСТИКИ ПРОВОДНИКОВЫХ МАТЕРИАЛОВ

- **Электрические свойства**

- **Электропроводность** – способность металла пропускать электрический ток.
- Для удобства различные материалы сравнивают по удельному электрическому сопротивлению, которое соответствует сопротивлению проводника из данного металла сечением 1 мм^2 и длиной 1 м

Удельное электрическое сопротивление для образцов правильной формы определяют по формуле

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

где R — сопротивление образца, Ом; S — площадь поперечного сечения образца, м^2 ; l — длина образца, м.

Удельное электрическое сопротивление измеряют в омах на метр (Ом · м), однако для практических целей 1 Ом · м — слишком большое значение, поэтому этот параметр чаще всего выражают в более мелких единицах, например в микроомах на метр. Диапазон значений ρ металлических проводников (при нормальной температуре) составляет от 0,016 для серебра до 10 мкОм · м для некоторых сплавов.

Величину, обратную удельному электрическому сопротивлению ρ , называют *удельной электрической проводимостью* γ (См/м):

$$\gamma = 1/\rho.$$

Удельное электрическое сопротивление металлов зависит от температуры. Эта зависимость определяется температурным коэффициентом удельного электрического сопротивления TK_ρ , $1/^\circ$, который при данной температуре определяют по формуле

$$\text{TK}_\rho = \frac{1}{\rho} \frac{\Delta\rho}{\Delta T},$$

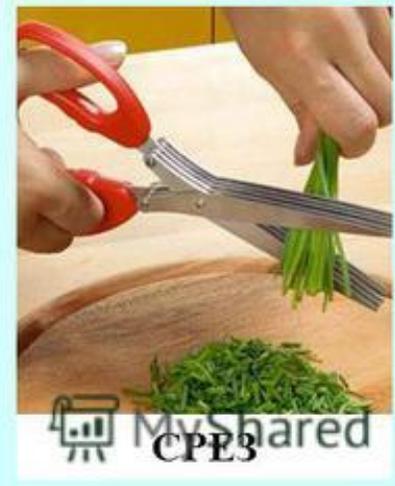
где $\Delta\rho$ — элементарное приращение сопротивления проводника, соответствующее элементарному приращению температуры ΔT .

МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА

- I. Твердость – это способность материала сопротивляться проникновению в него другого, более твердого тела.
- Существуют различные методы определения твердости: вдавливание, царапание, упругая отдача.
- Наиболее распространенный метод: твердость по Бринеллю, твердость по Роквеллу, твердость по Виккерсу.
- **Домашнее задание(3 человека): доклад/презентация по методам определения твердости(плюсы и минусы каждого метода)**

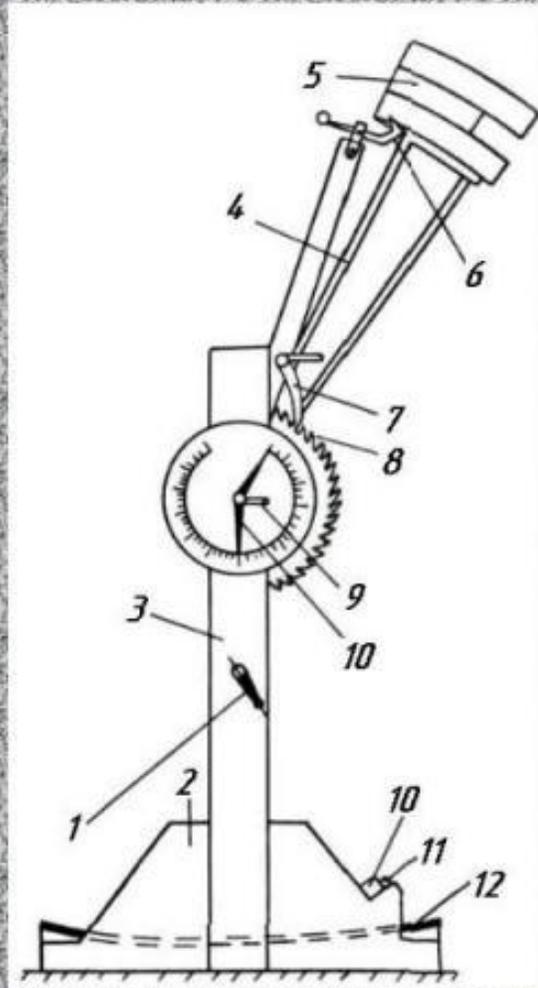
- 2. Упругость – свойство материала восстанавливать свою форму и объем после прекращения действия внешних сил, которые вызывают их изменение

Виды упругих деформаций

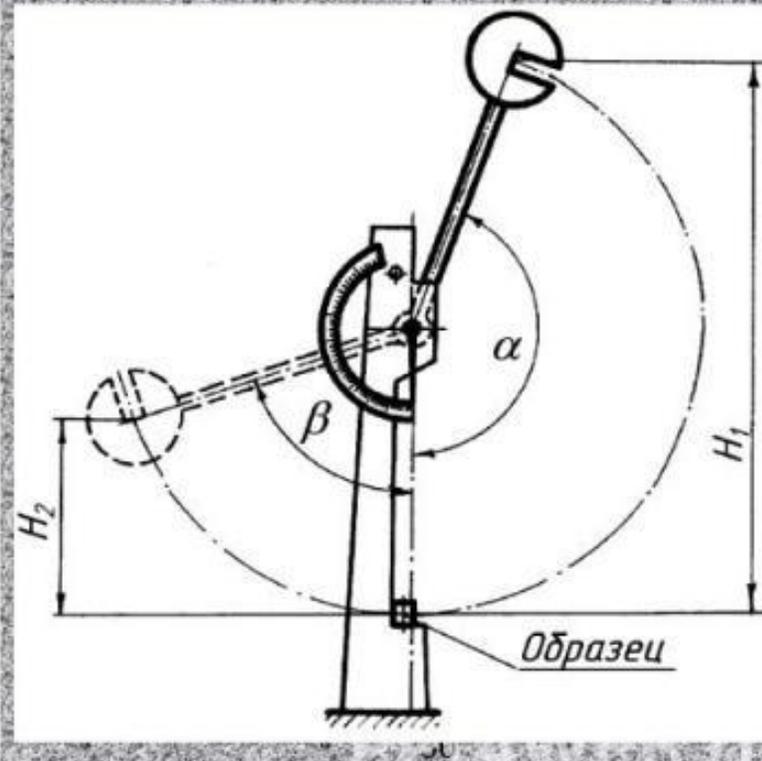


3. Вязкость – способность материала оказывать сопротивление быстровозрастающим нагрузкам.

- Вязкость оценивают с помощью прибора, который называется маятниковым копром



Маятниковый копер
МК-30А



Работа удара $W_{\text{уд}}$, Дж, затраченная на излом образца, определяется по формуле

$$W_{\text{уд}} = P(h_2 - h_1).$$

-
- 4. Ударная вязкость – способность материала оказывать сопротивление ударным нагрузкам.
 - Подвергаются материалы из которых изготавливают сталь
 - Испытания образцов проводят на специальных установках – копрах маятникового типа.



Зная работу A_H , Дж, затраченную маятником на разрушение образца (с надрезом), и площадь поперечного сечения образца в месте надреза F_H , м², определяют ударную вязкость образца (с надрезом) a_H , Дж/м²:

$$a_H = \frac{P(H-h)}{F_H}; \quad A_H = P(H-h),$$

где P — нагрузка, создаваемая массой маятника, Н; H — высота поднятия центра тяжести маятника, м; h — высота поднятия маятника после разрушения образца, м.

В производственных условиях a_H и A_H определяют по таблицам.

- 5. Пластичность – свойство материала деформироваться без разрушения под действием внешних сил и сохранять новую форму после прекращения действия этих сил.
- Для количественной оценки пластичности электрорадиоматериалов используют относительное удлинение образца при разрыве и относительное сужение площади поперечного сечения образца

Относительным удлинением называется отношение абсолютно-го удлинения образца к его первоначальной расчетной длине l_0 , выраженное в процентах:

$$\Delta l/l = \frac{l_p - l_0}{l_0} 100,$$

где l_p — длина образца после разрыва, м.

Относительным сужением называется отношение абсолютного сужения площади поперечного сечения образца после разрыва к

его первоначальной площади поперечного сечения, выраженное в процентах:

$$\Delta s/s = \frac{S_p - S_0}{S_0} 100.$$

Значения относительного удлинения $\Delta l/l$ и относительного сужения $\Delta s/s$ для некоторых материалов приведены в табл. 3.2.

Таблица 3.2. Относительные удлинение и сужение некоторых материалов

Параметр	Медь	Алюми- ний	Синтетиче- ские пленки	Кабельные резины	Полиамид- ные смолы
Относительное удлинение при разрыве $\Delta l/l$, %	40	40	80	250	150
Относительное сужение $\Delta s/s$, %	75	85	150	3000	4000

Линейное расширение проводников, используемых в электровакуумных приборах, характеризуется температурным коэффициентом линейного расширения $\text{TK}l$, который позволяет определять изменения любых геометрических размеров изделий (длины, ширины, толщины) при нагревании. Однако наиболее легко изменение размеров изделия при нагревании фиксируется по максимальному размеру длины. Различают температурный коэффициент линейного расширения при данной температуре $\text{TK}l$ и его среднее значение в интервале температур a_t , $1/^\circ$:

$$\text{TK}l = \frac{1}{l} \frac{\Delta l}{\Delta T};$$

$$a_t = \frac{l}{l_0} \frac{l_T - l_0}{T - T_0},$$

где l_0 , l_T — геометрические размеры изделий, соответствующие температурам T_0 и T .

-
- Хрупкость – способность материалов разрушаться при приложении резкого динамического усилия.
 - К таким материалам относят: стекло, керамика, фарфор, марганец, кобальт, вольфрам.

КОНСПЕКТ (СТР. 43 - 55)

- План

1. Требования к материалам с высокой проводимостью
2. Медь и ее сплавы (свойства, марки)
3. Алюминий и его сплавы (свойства, марки)
4. Железо и его сплавы (свойства, марки)
5. Натрий (свойства)
6. Требования к материалам проволочным резистивным (марки и свойства: манганин, константан)
7. Требования материалов для электронагревательных элементов (нихром: свойства)

ПРОВОДНИКОВЫЕ МАТЕРИАЛЫ И СПЛАВЫ РАЗЛИЧНОГО ПРИМЕНЕНИЯ

ДОМАШНЕЕ ЗАДАНИЕ:

1. Серебро
2. Платина
3. Палладий
4. Золото
5. Вольфрам
6. Рений
7. Молибден
8. Тантал
9. Титан
10. Ниобий

11. Цирконий
12. Гафний
13. Ртуть
14. Галий
15. Индий
16. Олово
17. Кадмий
18. Свинец
19. Цинк
20. Бериллий