**Задание для обучающихся**

**с применением дистанционных образовательных технологий**

**и электронного обучения**

Дата: 26 октября 2020г.

Группа: Э-19

Учебная дисциплина: Материаловедение

Тема занятия: Общие сведения о диэлектриках

Форма: лекция

**Содержание занятия:**

1. Изучение теоретического материала
2. Составление конспекта

**Теоретический материал**

Диэлектриками называют вещества, основным электрическим свойством которых является способность поляризоваться в электрическом поле.

В диэлектриках электрические заряды прочно связаны с атомами, молекулами или ионами и в электрическом поле могут лишь смещаться. Происходит разделение центров положительного и отрицательного зарядов, т.е. поляризация.

Диэлектрики содержат и свободные заряды, их количество невелико. Следовательно, для диэлектрика характерным является большое сопротивление прохождению постоянного тока.

Диэлектрическими материалами называют класс электротехнических материалов, предназначенных для использования их диэлектрических свойств. Электроизоляционными материалами называют диэлектрические материалы, предназначенные для создания электрической изоляции токоведущих частей в электротехнических и электронных устройствах. Используемые в качестве электроизоляционных материалов диэлектрики называются пассивными диэлектриками.

Активными называют такие диэлектрики, параметры которых можно регулировать, изменяя напряженность электрического поля, температуру, механические напряжения и другие параметры воздействующих на них факторов.

**1Электропроводность диэлектриков**

Поляризационные процессы смещения любых зарядов в веществе, протекая во времени до момента установления и получения равновесного состояния, обусловливают во времени появление поляризационных токов или токов смещения в диэлектриках. Они настолько кратковременны, что их обычно не удается зафиксировать приборами.

Токи смещения называют еще абсорбционными токами.

Наличие в диэлектриках небольших свободных зарядов, приводят к возникновению небольших токов сквозной электропроводности или сквозных токов. Суммарный ток в диэлектрике называется током утечки.

У твердых изоляционных материалов различают объемную и поверхностную электропроводности, для сравнительной оценки которых служат удельное объемное и удельное поверхностное сопротивление. Удельное объемное сопротивление численно сопротивлению куба с ребром 1 м, мысленно выделенного из исследуемого материала, если ток проходит через две противоположные грани этого куба. Удельное поверхностное сопротивление численно равно сопротивлению квадрата (любых размеров), мысленно выделенного на поверхности материала, если ток проходит через две противоположные стороны этого квадрата.

 2**Электрические характеристики электротехнических материалов**

**Удельное электрическое сопротивление**

**2.1. Общая характеристика удельного сопротивления различных веществ**

Всякий электротехнический материал - проводник , полупроводник и даже диэлектрик - проводит электрический ток. Чтобы оценить степень электропроводности того или иного электротехнического материала надо знать его удельное электрическое сопротивление.

Удельное электрическое сопротивление вычисляется по формуле :

****

Где :**ρ**- удельное электрическое сопротивление ( **Ом · м** )

**R** - электрическое сопротивление образца материала .( **Ом** )

**S** - поперечное сечение образца ( **м2** ).

**l** - длина пути тока в образце ( **м** )

У металлических проводников удельные сопротивления очень малы и находятся в пределах **ρ = 10-8...10-6 Ом·м.**

Это указывает на большую проводимость этих проводниковых материалов.

## Таблица 1 -Удельное электрическое сопротивление металлов и сплавов, применяемых в электротехнике

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| |  |  | | --- | --- | | [**Металл**](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%B5%D1%82%D0%B0%D0%BB%D0%BB) | **ρ, 10−6 Ом·м** | | [Серебро](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%B5%D1%80%D0%B5%D0%B1%D1%80%D0%BE) | 0,016 | | [Медь](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%B5%D0%B4%D1%8C) | 0,0175 | | [Золото](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%97%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D1%82%D0%BE) | 0,023 | | [Алюминий](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D0%BB%D1%8E%D0%BC%D0%B8%D0%BD%D0%B8%D0%B9) | 0,0271 | | [Иридий](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%98%D1%80%D0%B8%D0%B4%D0%B8%D0%B9) | 0,0474 | | [Молибден](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%BE%D0%BB%D0%B8%D0%B1%D0%B4%D0%B5%D0%BD) | 0,054 | | [Вольфрам](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%92%D0%BE%D0%BB%D1%8C%D1%84%D1%80%D0%B0%D0%BC) | 0,055 | | [Цинк](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A6%D0%B8%D0%BD%D0%BA) | 0,059 | | [Никель](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9D%D0%B8%D0%BA%D0%B5%D0%BB%D1%8C) | 0,087 | | [Железо](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%96%D0%B5%D0%BB%D0%B5%D0%B7%D0%BE) | 0,098 | | [Платина](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D0%BB%D0%B0%D1%82%D0%B8%D0%BD%D0%B0) | 0,107 | | [Олово](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9E%D0%BB%D0%BE%D0%B2%D0%BE) | 0,12 | | [Свинец](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%B2%D0%B8%D0%BD%D0%B5%D1%86) | 0,205 | | [Титан](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A2%D0%B8%D1%82%D0%B0%D0%BD_(%D1%8D%D0%BB%D0%B5%D0%BC%D0%B5%D0%BD%D1%82)) | 0,5562 - 0,7837 | | [Висмут](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%92%D0%B8%D1%81%D0%BC%D1%83%D1%82) | 1,2 | | |  |  | | --- | --- | | [**Сплав**](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%BF%D0%BB%D0%B0%D0%B2) | **ρ, 10−6 Ом·м** | | [Сталь](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D1%82%D0%B0%D0%BB%D1%8C) | 0,1400 | | [Никелин](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9D%D0%B8%D0%BA%D0%B5%D0%BB%D0%B8%D0%BD_(%D1%81%D0%BF%D0%BB%D0%B0%D0%B2)) | 0,4 | | [Константан](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%BE%D0%BD%D1%81%D1%82%D0%B0%D0%BD%D1%82%D0%B0%D0%BD) | 0,5 | | [Манганин](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%B0%D0%BD%D0%B3%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D0%BD) | 0,43…0,51 | | [Нихром](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9D%D0%B8%D1%85%D1%80%D0%BE%D0%BC) | 1,05…1,4 | | [Хромаль](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A5%D1%80%D0%BE%D0%BC%D0%B0%D0%BB%D1%8C) | 1,3…1,5 | |

У полупроводников удельное сопротивление больше , чем у проводников

и составляет **ρ = 10-4...108 Ом·м.**

Удельное сопротивление полупроводников в значительной степени зависит от наличия в кристалле полупроводника примесей других веществ.

Если введенная примесь имеет валентных электронов больше, чем основной кристалл полупроводника, то создается избыток электронов ( отрицательных носителей заряда) и удельное сопротивление падает.

Если введенная примесь имеет валентных электронов меньше, чем основной кристалл полупроводника, то создается избыток дырок ( положительных носителей заряда) и удельное сопротивление также падает.

Беспримесный кристалл имеет большее удельное сопротивление, чем кристалл с примесями.

У диэлектриков удельное сопротивление еще больше чем у полупроводников и составляет **ρ = 108...1018Ом·м.**

Отличительным свойством диэлектриков, используемым в электроизоляционной технике, является очень слабая способность проводить электрический ток. Низкая электропроводность диэлектриков обусловлена тем, что при обычных условиях (низких температурах и напряженностях электрического поля) в них имеется весьма малое количество носителей заряда по сравнению с проводниками и полупроводниками.

Удельное сопротивление электротехнических материалов в значительной степени зависит от температуры (рис.2. 1.)

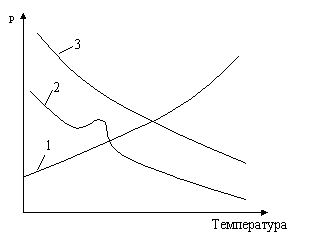


Рис.2.1. Зависимость удельного сопротивления материалов от температуры:

1 – проводники; 2 – полупроводники; 3 – диэлектрики.

**2.2. Температурный коэффициент удельного сопротивления ТК р**

Характеристика, позволяющая оценить изменение удельного электрического сопротивления материала с изменением его температуры.

При линейном изменении удельного сопротивления (в узком интервале температур) величину ТК р, 1/°С, вычисляют по формуле



где, *ρ1* - удельное электрическое сопротивление материала при начальной температуре t1; *ρ2* - удельное электрическое сопротивление материала при температуре t2.

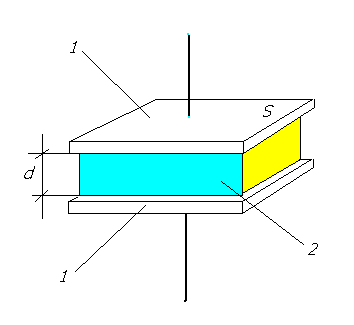
На рис. 2.1. можно видеть, что у проводников *ТК р>0*. Это указывает на рост электрического сопротивления с повышением температуры проводников.

У полупроводников и диэлектриков *ТК p<0*, что указывает на уменьшение сопротивления с повышением температуры этих материалов.

**3 Диэлектрическая проницаемость**

**3.1. Общие характеристики диэлектрической проницаемости**

Диэлектрическая проницаемость позволяет оценить способность материалов образовывать электрическую ёмкость и накапливать электрические заряды.



На рисунке: 1 - металлические обкладки испытательной установки, 2 - образец.

Диэлектрическая проницаемость определяется по формуле :



где: **ε -** диэлектрическая проницаемость, величина безразмерная.

**С -** ёмкость плоского конденсатора, образованного, обкладками испытательной машины и помещенным между ними образцом. ( **Ф** ).

**d -** толщина образца ( **м** )

**εo = 8,85·10-12** ( **Ф/м** ) - электрическая постоянная.

**S -** площадь одной обкладки испытательной машины ( **м2** ).

Диэлектрическая проницаемость показывает, во сколько раз взаимодействие между [зарядами](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%AD%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%80%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%B8%D0%B9_%D0%B7%D0%B0%D1%80%D1%8F%D0%B4) в однородной среде меньше, чем в [вакууме](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%92%D0%B0%D0%BA%D1%83%D1%83%D0%BC).

Относительная диэлектрическая проницаемость [воздуха](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%92%D0%BE%D0%B7%D0%B4%D1%83%D1%85) и большинства других газов в нормальных условиях близка к единице (в силу их низкой плотности).

Для большинства твёрдых или жидких диэлектриков относительная диэлектрическая проницаемость лежит в диапазоне от 2 до 8 .

**3.2. Измерение диэлектрической проницаемости**

Относительная диэлектрическая проницаемость вещества  может быть определена путем сравнения [ёмкости](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%95%D0%BC%D0%BA%D0%BE%D1%81%D1%82%D1%8C) тестового [конденсатора](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%AD%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%80%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%B8%D0%B9_%D0%BA%D0%BE%D0%BD%D0%B4%D0%B5%D0%BD%D1%81%D0%B0%D1%82%D0%BE%D1%80) с данным диэлектриком (*Cx*) и ёмкости того же конденсатора в [вакууме](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%92%D0%B0%D0%BA%D1%83%D1%83%D0%BC) (*Co*):



## 3.3. Практическое применение значений диэлектрической проницаемости

Диэлектрическая проницаемость диэлектриков является одним из основных параметров при разработке [электрических конденсаторов](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%AD%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%80%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%B8%D0%B9_%D0%BA%D0%BE%D0%BD%D0%B4%D0%B5%D0%BD%D1%81%D0%B0%D1%82%D0%BE%D1%80). Использование материалов с высокой диэлектрической проницаемостью позволяют существенно снизить физические размеры конденсаторов.

Ёмкость конденсаторов определяется:



где: — диэлектрическая проницаемость вещества между обкладками,

 — [электрическая постоянная](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%AD%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%80%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%B0%D1%8F_%D0%BF%D0%BE%D1%81%D1%82%D0%BE%D1%8F%D0%BD%D0%BD%D0%B0%D1%8F),

*S* — площадь обкладок конденсатора,

*d* — расстояние между обкладками.

**Задание:**

1. Изучите теоретический материал.
2. Запишите в тетрадь:

- определение диэлектриков, примеры диэлектриков;

- перечислите электрические характеристики электротехнических материалов, запишите их определения, и поясните формулы для расчета;

- поясните практическое применение значений диэлектрической проницаемости.

**Форма отчета.**

1. Сделать фото конспекта в тетради
2. **Срок выполнения задания** 26.10.2020г.
3. **Получатель отчета.** Сделанные фото высылаем в Google Класс