

УДК 628.92.

*Манаков А.С.,  
Манакова Е.О.,  
Зверева Т.С.,  
Бородина А.А.  
студенты*

*факультет «Физико-математический»*

*Воронежский государственный педагогический университет,  
г. Воронеж*

### **«ЭЛЕКТРОПРОВОДНОСТЬ ТВЕРДЫХ ТЕЛ»**

*Аннотация: В зависимости от характера действия на тела электрического поля их можно разделить на проводники, диэлектрики и полупроводники. Свойства тел и поведение их в электрическом поле определяются строением и расположением атомов в телах.*

*Ключевые слова: электропроводность, проводник, полупроводник, диэлектрик, ионная проводимость, электронная проводимость.*

*Manakova E.O.,  
Manakov A.S.,  
Zvereva T.S.,  
Borodina A.A  
students*

*faculty of Physics and mathematics»*

*Voronezh state pedagogical University, Voronezh*

### **"ELECTRICAL CONDUCTIVITY OF SOLIDS"**

*Abstract: Depending on the nature of the action on the bodies of the electric field, they can be divided into conductors, dielectrics and semiconductors. The properties of bodies and their behavior in an electric field are determined by the structure and arrangement of atoms in bodies.*

**Keywords:** *electrical conductivity, conductor, semiconductor, dielectric, ionic conductivity, electronic conductivity.*

В зависимости от характера действия на тела электрического поля их можно разделить на проводники, полупроводники и диэлектрики. Проводниками электрического тока являются как твердые тела, так и жидкости. При соответствующих условиях могут являться и газы.

Диэлектрик (электроизоляционный материал) – с их помощью осуществляется изолирование элементов, некоторых частей электрооборудования. Если сравнить их с проводниками, то диэлектрики обладают гораздо большим электрическим сопротивлением. Основным из свойств диэлектриков является доступность создания внутри них сильных электрических полей и, соответственно, накопления электрической энергии. Данная особенность применяется в электрических конденсаторах и других подобных устройствах.

Полупроводниками называют такие вещества, удельная проводимость которых имеет промежуточное значение между удельными проводимостями металлов и диэлектриков. Полупроводники одновременно являются плохими проводниками и плохими диэлектриками.

Учитывая вид и природу носителей заряда проводимость можно разделить на электронную, ионную и дырочную.

Электронная проводимость характерна для металлов. Существует такая проводимость и в верхних слоях атмосферы, где плотность вещества невелика, благодаря чему электроны могут свободно перемещаться, не соединяясь с положительно заряженными ионами.

Впервые экспериментально электронную проводимость металлов обнаружил и подтвердил немецкий физик К. Рикке (1845-1915) в 1901 году.

В жидкости электроны обладают ионной проводимостью. Ионы, которые являются носителями заряда в жидкости, при собственном

перемещении двигают вещество, в результате чего оно выделяется на электродах.

Носителями заряда в жидкости могут являться как положительно заряженные ионы, так и отрицательные.

Представим, имеется сосуд с жидкостью или раствором электролита. Если его включить в электрическую цепь, то отрицательные ионы будут перемещаться к положительному электроду (анод), а положительные, наоборот, к отрицательному (катод). В результате возникнет электрический ток. Так как перенос заряда в жидкости или расплаве электролита осуществляется ионами, то и такую проводимость называют ионной.

Но жидкости могут обладать не только ионной проводимостью, но и электронной, например, такой проводимостью обладают жидкие металлы

Классическая электронная теория металлов представляет твердый проводник в виде системы, который состоит из узлов кристаллической ионной решетки, внутри которой находится электронный газ из свободных электронов

Экспериментально показано, что в металлах ионы не принимают участия в перенесении электрических зарядов, так как в противном случае электрический ток обязательно сопровождался бы переносом материала, что не наблюдалось и опроверглось в опытах Рикке. В опытах с инерцией электронов было установлено, что электрический ток в металлах обусловлен упорядоченным движением свободных электронов. Если внутри металла нет электрического тока, то электроны проводимости совершают беспорядочное движение (тепловое): в каждый момент времени они имеют неодинаковые скорости и различные направления.

С повышением температуры электропроводность падает, при понижении температуры, наоборот, увеличивается.

Электропроводность диэлектриков, в отличие от полупроводников, чаще всего носит не электронный, а ионный характер. Это связано с тем,

что ширина запрещенной зоны в диэлектриках  $\Delta W \gg$  зоны проводимости и лишь ничтожное количество электронов может отрываться от своих атомов за счет теплового движения. Ионы же часто оказываются слабо связанными в узлах решетки, и энергия  $W$ , необходимая для их отрыва, сравнима с зоной проводимости.

Обычно в диэлектрике имеется несколько видов носителей заряда. Например, кроме ионов основного вещества, могут присутствовать слабо связанные ионы примесей.

Ионная электропроводность сопровождается переносом вещества: положительные ионы движутся к катоду, а отрицательные – к аноду, т.е. происходит электролиз. Он особенно ярко выражен при повышенных температурах, малых значениях  $\rho$  и приложении высоких постоянных напряжений. По выделившемуся на электродах веществу можно определить характер носителей заряда. У диэлектриков с чисто ионным характером электропроводности строго выполняется закон пропорциональности между количеством пропущенного электричества и количеством выделившихся веществ (массой  $m$ ) – закон Фарадея: со слайда

Особенности электропроводности полупроводников обусловлены спецификой распределения по энергиям электронов атомов. Уровни энергий характеризуются энергетической диаграммой полупроводников.

Свободный электрон может появиться только при сообщении ему достаточной энергии, которая позволит разорвать имеющиеся связи. При этом полная энергия свободных электронов будет выше, чем у связанных, на величину, необходимую для разрыва связи. Отсюда появляются зона проводимости и зона валентная. В идеальных кристаллах электрон не может обладать промежуточной энергией. По этой причине в середине образуется запрещенная зона.

У полупроводников и диэлектриков зоны разрешенных значений энергии отделены запрещенной зоной  $\Delta W_z$ . Две разрешенных зоны:

нижняя, заполненная, валентная, и верхняя, свободная, или зона проводимости. Величина  $\Delta W_z$  определяет энергию, которую нужно сообщить электрону, расположенному в верхнем энергетическом уровне валентной зоны, чтобы перевести его на нижний уровень зоны проводимости. Из-за этого число свободных электронов в полупроводнике меньше, чем в металле, а значит, меньше и его проводимость

Под воздействием электрического поля свободный электрон способен перемещаться и участвовать в создании электрического тока. Выход электрона из ковалентной связи приводит к появлению в ней разрыва – дырки, которой присваивается положительный заряд. В валентной зоне ей соответствует наличие вакантного уровня энергии. В итоге электроны валентной зоны приобретают возможность перемещаться в кристалле и участвовать в создании электрического тока

#### **Использованные источники:**

1. Савельев И.В. Курс общей физики. Т. 3. Физика твердого тела: учеб. пособие для втузов. - М.: Наука, 1982.- 432 с.
2. Грибов Л.А., Прокофьева Н.И. Основы физики: Учебник. – 2-е изд. – М.: Наука. Физматлит, 1995.