

Основные проводниковые материалы и их применение

Студент группы 10405521 Стрельчик К. А.

Научный руководитель – Корнеева Е. К.

Белорусский национальный технический университет

Республика Беларусь, г. Минск

Проводниковые материалы играют ключевую роль в различных областях промышленности, особенно в электроэнергетике и электронике, где они используются для передачи электрического тока. Основные проводниковые материалы включают металлы и их сплавы, обладающие высокой электропроводностью. Наиболее распространёнными являются медь и алюминий, а также их сплавы, благодаря своим уникальным физико-механическим свойствам.

Основным преимуществом меди является её низкое сопротивление, что позволяет минимизировать потери при передаче электрической энергии. Основными преимуществами алюминия являются его низкая плотность ($2,7 \text{ г/см}^3$) и относительно высокая электропроводность, что делает его привлекательным для использования в воздушных линиях электропередач. Однако алюминий уступает меди по электропроводности примерно на 40%.

С точки зрения физико-механических свойств, важной характеристикой проводниковых материалов является их устойчивость к коррозии. Медь, например, образует на своей поверхности защитный слой оксида, что замедляет дальнейшую коррозию. Алюминий также склонен к образованию оксидной плёнки, которая защищает его от дальнейшего окисления. Это свойство особенно важно при эксплуатации проводов в агрессивных средах, таких как морской воздух или промышленные зоны с высокой влажностью и загрязнением.

Термическая обработка меди, например, включает отжиг и закалку, что позволяет уменьшить внутренние напряжения и повысить пластичность материала. Аналогичные методы применяются и для алюминия, где с помощью закалки и старения можно повысить прочность и устойчивость к коррозии.

Помимо меди и алюминия, в электронике и радиотехнике активно использовались проводники из серебра и его сплавов. Серебро обладает самой высокой электропроводностью среди всех металлов, что делает его незаменимым в высокочастотной технике и в микросхемах. Однако его высокая стоимость ограничивает применение в массовом производстве, поэтому серебро чаще всего используют в виде покрытия для контактных элементов и проводников. Кроме традиционных металлов, в качестве проводниковых материалов используются и такие сплавы как бериллиевая бронза и никелевые сплавы. Бериллиевая бронза, содержащая медь и бериллий, обладает высокой твёрдостью и прочностью при хорошей электропроводности. Она используется в производстве пружинных контактов и соединителей, где требуются высокие механические свойства.

Таким образом, выбор проводникового материала зависит от множества факторов, включая стоимость, механические и физические свойства, устойчивость к коррозии и специфические требования эксплуатации.

Для передачи электрического тока могут использоваться как твердые вещества, так и жидкости, а при определенных условиях даже газы. Наиболее важными твердыми проводниками, которые находят широкое применение в электротехнике, являются металлы и их сплавы, обладающие электронной проводимостью. Ключевым параметром для этих материалов является удельное электрическое сопротивление, зависящее от температуры.

Электрическое сопротивление обусловлено тем, что свободные электроны при дрейфе взаимодействуют с положительными ионами кристаллической решетки металла. При повышении температуры учащаются соударения электронов с ионами, поэтому сопротивление проводников зависит от температуры. Сопротивление проводников зависит от материала проводника, т.е. строение его кристаллической решетки.

Атомы в своем естественном состоянии обладают электрической нейтральностью благодаря равенству числа протонов в ядре и электронов, обращающихся вокруг него в «электронных оболочках». Ключевую роль в электрической проводимости материалов играют электроны, расположенные на внешней валентной оболочке. Эти электроны формируют заполненную зону, где они находятся в устойчивом связанном состоянии. Их характеристики определяют реакцию материала на электрическое поле.

Газообразные проводники включают пары веществ и газы, которые под действием определенной напряженности электрического поля ионизируются. В ионизированном состоянии перенос электрических зарядов осуществляется как электронами, так и ионами, что позволяет применять такие явления в различных газоразрядных устройствах.

Что касается жидких проводников, то к ним относятся растворы и расплавы солей, кислот и щелочей – то есть электролиты, где ионы выступают в роли переносчиков зарядов. Также сюда можно отнести расплавленные металлы, которые обладают хорошей проводимостью.

Твердые проводниковые материалы представляют собой металлы, их сплавы, контактные металлокерамические композиции и некоторые формы углерода. В твердом состоянии металлы являются кристаллическими веществами и обладают особым видом металлической связи между атомами. Электропроводность металлов, как в твердом, так и в жидком состоянии, связана с переносом зарядов исключительно электронами. Поэтому твердые и жидкие металлы часто классифицируют как проводники с электронной проводимостью, известные также как проводники первого рода.

Основным параметром для проводниковых материалов является величина удельного электрического сопротивления (ρ) как функция от температуры. Значение этой величины у металлов в нормальных условиях отличаются друг от друга примерно в 100 раз. С повышением температуры величина ρ для металлов увеличивается. По роду применения в электротехнике они подразделяются на следующие группы:

- Металлы с отличной проводимостью ($\rho \leq 0,1$ мкОм·м), такие как серебро, медь, алюминий и золото, широко используются для производства проводов, микропроводников, проводящих покрытий и пленок, а также различных токопроводящих компонентов.
- Конструкционные материалы: бронзы, латуни и алюминиевые сплавы. Эти материалы применяются для создания токоведущих частей в различных изделиях.
- Сплавы с высоким сопротивлением ($\rho \geq 0,3$ мкОм·м), используются для изготовления резисторов для измерительных приборов, реостатов и элементов нагревательных устройств. Также они применяются в термопарах и компенсационных проводах.
- Контактные материалы: бронзы и латуни. Они подходят для неразъемных, разрывных и скользящих контактов.
- Материалы для пайки: сплавы олова и свинца, которые служат припоем для освещения и соединения различных компонентов.

Список использованных источников

1. Сорокин, В.С. Материалы и элементы электронной техники. В 2 т. Т.1. Проводники, полупроводники, диэлектрики: учебник для студ. высш. учеб. заведений / В.С. Сорокин, Б.Л. Антипов, Н.П. Лазарев. – М.: Издательский центр «Академия», 2006. – 448 с.