**16.11.20. Тема: Проводниковые материалы.**

Различные металлы и, конечно, сплавы из них, относятся к твердым проводниковым материалам. Немного рассмотрим свойства, которые имеют твердые проводниковые материалы. Известно, что свободные электроны являются носителями электрических зарядов в металлах. Они движутся беспорядочно при отсутствии внешнего электрического поля. В одном определенном направлении свободные электроны в проводнике начинают движение под действием электрического поля, образуя впоследствии электрический ток.

Свойство металлов объясняется хорошей проводимостью электрического тока, а это значит металл обладает большой плотностью свободных электронов. Малое удельное сопротивление имеют химически чистые металлы. Как правило, сплавы по сравнению с чистыми металлами обладают большим удельным сопротивлением. Известно, что с повышением температуры сопротивление металлов увеличивается. Производя расчеты с целью выбора проводниковых материалов это необходимо учитывать, так как они нагреваются во время прохождения по ним электрического тока.

В среднем температурный коэффициент сопротивления чистых металлов составляет 4\*10~3оС-1. Удельное сопротивление отдельных проводников при понижении температуры уменьшается, например: удельное сопротивление алюминия равно 0,05 нОм-м при температуре жидкого водорода 20° К, т.е. в 524 раза меньше, чем при температуре 20°С 293°К.

При охлаждении до определенной критической температуры, близкой к абсолютному нулю, у многих проводников, кроме золота, меди, серебра и некоторых других металлов, электрическое сопротивление скачкообразно падает до нуля. Это свойство называется у проводников сверхпроводимостью.

Широкое практическое применение в настоящее время находит явление сверхпроводимости, например, при сооружении трансформаторов, мощных электромагнитов, электрических машин, кабелей. Поддержание низких температур связано пока с большими материальными затратами, так как при работе электроустановок и электрооборудования обходится слишком дорого. Применяя проводниковые материалы в электроустановках, обращают внимание на плотность применяемых материалов, их удельное сопротивление и температурный коэффициент сопротивления, химические и механические свойства, температуру их плавления.

Различают проводниковые материалы по механическим свойствам: прочность при растяжении, изгибании, твердость, и т.п. При конструировании и проектировании электроустановок учитывают эти свойства. Химические свойства учитывают при выборе и применении проводниковых материалов. Например, если проводники требуется использовать в условиях повышенной влажности, то их помещают в герметические оболочки или даже в некоторых случаях защищают антикоррозионными покрытиями. Также выбирая проводники важно учитывать свойство соединения путем сварки и пайки.

К проводниковым материалам с высокой проводимостью относятся медь, алюминий и некоторые сплавы (латунь, фосфористая бронза и др.). Они широко используются для изготовления катушек электрических машин, аппаратов и приборов. К таким материалам предъявляются требования возможно меньшего удельного сопротивления и возможно большей механической прочности. Для различных случаев применения эти требования в той или иной степени уточняются. Например, для катушек машин и аппаратов выгоднее иметь меньшее удельное сопротивление даже за счет некоторого снижения механической прочности. Для воздушных же проводов контактной сети и линий электропередачи важно иметь определенную механическую прочность на разрыв.

Наименьшим удельным сопротивлением обладает чистый металл. Любые примеси повышают удельное сопротивление. Примесь другого металла, имеющего меньшее удельное сопротивление, чем основной, повышает его сопротивление. Это объясняется искажением кристаллической решетки основного металла даже небольшим количеством примеси. Кристаллическая решетка металлов искажается не только введением примесей, но и в результате механических деформаций. В связи с этим обработка металла, приводящая к пластической деформации, вызывает увеличение его удельного сопротивления. В частности, это имеет место в процессе изготовления проводов при прокатке и волочении.

Медь и латунь применяют для изготовления проводов и различных токопроводящих деталей электрических машин и аппаратов. Медные провода и шины получают прокаткой и протяжкой, при этом медь приобретает высокую механическую прочность и твердость (медь марки МП). Такую твердотянутую медь используют для изготовления коллекторных пластин, неизолированных проводов, распределительных шин и пр. При термической обработке твердотянутой меди (отжиге при температуре 330—350 °С) получают мягкую медь марки ММ, обладающую большой гибкостью и способностью сильно вытягиваться; электропроводность ее также увеличивается. Мягкую медь используют для изготовления изолированных проводов, кабелей и пр.

В качестве проводниковых материалов применяют также различные бронзы, представляющие собой сплавы меди с другими металлами. Все бронзы имеют не только более высокую механическую прочность, чем медь, но и большее удельное сопротивление. Для изготовления контактных проводов и коллекторных пластин применяют преимущественно кадмиевые бронзы, для пружин, щеткодержателей, скользящих контактов, ножей рубильников — бериллиевые бронзы. Латунь (сплав меди с цинком) имеет также по сравнению с медью высокую механическую прочность, прочность против истирания, но вместе с тем и значительно более высокое удельное сопротивление. Латунь хорошо штампуется, вытягивается, паяется и сваривается.

Вторым по значению в электротехнике проводниковым материалом является алюминий. Из него изготовляют провода, некоторые детали электрических машин и аппаратов. Так же, как и медь, он при протяжке и других видах холодной обработки получается довольно твердым, а после отжига становится мягким. Плотность алюминия около 2,6 г/см3, примерно в 3,5 раза меньше меди (ее плотность 8,9 г/см ). Для увеличения прочности, и,.улучшения механических свойств к алюминию иногда прибавляют медь, магний, марганец и кремний. Таким путем получают различные алюминиевые сплавы — силумин, дюралюминий и пр.

По твердости различают две марки алюминия: AT — алюминий твердый неотожженный и AM — алюминий мягкий отожженный. Соединение алюминиевых проводов и других деталей производят обычно сваркой или заклепками, так как из-за высокой температуры плавления окиси алюминия, покрывающей поверхность алюминиевых деталей (примерно 2000 °С), и быстрого окисления зачищенной поверхности пайка алюминия обычным способом затруднена.

Проводниковые материалы с высоким сопротивлением бывают металлические, получившие наибольшее распространение, и неметаллические. Металлические проводниковые материалы можно разделить на три группы: 1 — для точных электроизмерительных приборов и образцовых резисторов; 2 — для резисторов и реостатов; 3 — имеющие высокую рабочую температуру и предназначенные для нагревательных приборов и нагрузочных реостатов.

Основным материалом 1-й группы является медно-марганцевый сплав — манганин. Манганин изготовляется двух марок: МНМцЗ-12 (3% Ni, 12% Mn, 85 % Си) и МНМцАЖЗ-12-0,3-0,3 (3 % Ni, 12 % Mn, 0,3 % А1, 0,3 % Fe, 84,4 % Си). Из первого сплава изготовляют твердую и мягкую (отожженную) проволоку, из второго — только мягкую.

К материалам 2-й группы относится константан (40 % Ni, 60 % Си). Удельное сопротивление мягкой константановой проволоки 0,465\*10-6, а твердой 0,49\*10-6 См\*м. Его температурный коэффициент сопротивления близок к нулю.

К материалам 3-й группы относятся сплавы никеля, хрома и железа (нихром); хрома, алюминия и железа (фехраль). Проволока из этих сплавов делится по применению на марки Н (для нагревательных приборов) и С (для реостатов).

Составить конспект по изложенному выше материалу и ответить на вопросы письменно:

1.Какие материалы относятся к проводниковым материалам высокой проводимости?

2.Какие сплавы являются материалами высокого сопротивления?

3.Какие материалы обладают наименьшим удельным сопротивлением?

**Срок сдачи**: 19.11.2020.

**Выполненные задания присылать на электронную почту:** dubinina20191608@yandex.ru

**Выполненные задания принимаются в формате WORD в форме текстовых документов или в виде фотографии задания, выполненного от руки.**