# Вариант № 5

# 1. Механические характеристики электротехнических материалов.

Электротехнические материалы - это специальные материалы, из которых изготовляют электрические машины, аппараты, приборы и другие элементы электрооборудования и электроустановок, а также это совокупность проводниковых, электроизоляционных, магнитных и полупроводниковых материалов, предназначенных для работы в электрических и магнитных полях. Все электротехнические материалы обычно делят на четыре основные группы: электроизоляционные (диэлектрики), проводниковые, полупроводниковые (полупроводники) и магнитный.

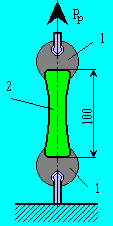
При рациональном выборе электроизоляционных, магнитных и других электротехнических материалов можно создать электрооборудование малых габаритов и массы, надежное в эксплуатации. Но для этого необходимы знания свойств электротехнических материалов и их изменений под воздействием электрического напряжения, температуры и других факторов. Величины, с помощью которых оценивают те или иные свойства материалов, называют ***характеристиками***. Чтобы полностью оценить свойства того или иного электротехнического материала, необходимо знать его механические, электрические, тепловые и физико-химические характеристики. У магнитных материалов необходимо еще знать магнитные характеристики, которые позволяют оценить их магнитные свойства.

# Механические характеристики

К основным механическим характеристикам материала относятся:

* предел прочности при растяжении **а**р,
* предел прочности при сжатии **а**с,
* предел прочности при статическом изгибе **а**н

**Предел прочности материала при растяжении ар** определяют на образцах материала определенной формы, при которой обеспечивается равномерное распределение растягивающего усилия по площади сечения в средней части образца. Образец 2 утолщёнными концами закрепляют в стальных зажимах (захватах) 1 испытательной машины (рис. 1). Нижний зажим машины неподвижен, а к другому прикладывают разрушающее (растягиваюшее) усилие Рр, которое плавно нарастает с определённой скоростью до момента разрыва образца.

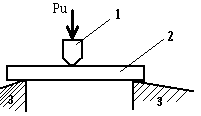


**Рис. 1. Предел прочности материала при растяжении**

**Предел прочности при сжатии ас** определяется на образцах, имеющих форму цилиндра или куба. Так, у формованных и прессованных пластмасс эта характеристика оределяется на образцах, представляющих собой сплошные цилиндры высотой 15 мм и диаметром 10 мм.

Образец располагают между стальными плитами испытательного пресса, к которым прикладывают сжимающую нагрузку. Последнюю повышают с определенной скоростью до момента разрушения образца.

**Предел прочности при статическом изгибе ан** определяется на образцах, представляющих собой бруски прямоугольного сечения. Образец 2 материала помещают в испытательную машину, где он своими концами свободно опирается на две стальные опоры 3. Изгибающее усилие Ри прикладываемое к середине образца 2 через стальной наконечник 1, плавно увеличивают и доводят до величины, при которой происходит разрушение образца.



**Рис 2. Предел прочности при статическом изгибе.**

Далее приведем примеры некоторых видов электротехнических материалов по их механическим характеристикам.

*Проводниковые материалы* (металлы и их сплавы). Чистые металлы применяются при изготовлении обмоточных и монтажных проводов, кабелей и пр. Проводниковые сплавы в виде проволоки и лент используются в реостатах, потенциометрах, добавочных сопротивлениях и т. д.

Чистые металлы обладают хорошей пластичностью, т. е. могут вытягиваться в тонкую проволоку, в ленты и прокатываться в фольгу толщиной менее 0,01 мм. Сплавы металлов имеют меньшую пластичность, но более упруги и устойчивы механически.

*Электроизоляционные материалы* (диэлектрики) это материалы, с помощью которых осуществляют изоляцию. Диэлектрики имеют большое электрическое сопротивление. Пример: высокополимерные пленки и ленты, обладают большой гибкостью, механической прочностью и хорошими электроизоляционными свойствами. Из этого материала выпускают неориентированные и ориентированные пленки. Наиболее высокими механическими и электрическими характеристиками обладают ориентированные фторопластовые пленки.

Диэлектрик фибра – монолитный материал, получаемый в результате прессования листов бумаги, обработанных нагретым раствором хлористого цинка и отмытых в воде. Фибра поддается всем видам механической обработки и формованию после размачивания ее заготовок в горячей воде.

*Электроизоляционные лакированные ткани (лакоткани).* Лакированные ткани – это гибкие материалы, состоящие из ткани, пропитанной лаком или каким-либо электроизоляционным составом. Пропиточный лак или состав после отвердевания образует гибкую пленку, которая обеспечивает хорошие электроизоляционные свойства лакоткани.

Основными областями применения лакотканей являются: электрические машины, аппараты и приборы низкого напряжения.

**Пластические массы**

Пластическими массами (пластмассами) называются твердые материалы, которые на определенной стадии изготовления приобретают пластические свойства и в этом состоянии из них могут быть получены изделия заданной формы. Данные материалы представляют собой композиционные вещества, состоящие из связующего вещества, наполнителей, красителей, пластифицирующих и других компонентов. Исходными материалами для получения пластмассовых изделий являются прессовочные порошки и материалы.

**Магнитные материалы**

Величины, с помощью которых оцениваются магнитные свойства материалов, называются магнитными характеристиками. К ним относятся: абсолютная магнитная проницаемость, относительная магнитная проницаемость, температурный коэффициент магнитной проницаемости, максимальная энергия магнитного поля и пр. Все магнитные материалы делятся на две основные группы: магнитно-мягкие и магнитно-твердые.

**2. Основные свойства сверхпроводников**

Сверхпроводимость **–** это состояние, в которое при низкой температуре переходят некоторые твердые электропроводящие вещества. Сверхпроводимость была обнаружена во многих металлах и сплавах и в некоторых полупроводниковых и керамических материалах, число которых все возрастает.

Сверхпроводниками называют вещества или материалы, которые при разных условиях могут находиться в сверхпроводящем или несверхпроводящем состоянии. Один и тот же простой (состоящий из одинаковых атомов) металл, сплав или полупроводник может в каких-то интервалах температур или внешних магнитных полей быть сверхпроводящим; при температурах или полях больших критических значений – это обычный (нормальный) проводник.

После открытия эффекта Мейсснера было выполнено большое число экспериментов со сверхпроводниками. Среди исследованных свойств были:

1) Критическое магнитное поле – значение поля, выше которого сверхпроводник находится в нормальном состоянии. Критические поля обычно лежат в интервале от нескольких десятков гаусс до нескольких сотен тысяч гаусс в зависимости от сверхпроводника и его металлофизического состояния. Критическое поле данного сверхпроводника меняется с температурой, уменьшаясь при ее повышении. При температуре перехода критическое поле равно нулю, а при абсолютном нуле оно максимально

2) Критический ток – максимальный постоянный ток, который может выдерживать сверхпроводник без потери сверхпроводящего состояния. Как и критическое магнитное поле, критический ток сильно зависит от температуры, уменьшаясь при ее увеличении.

3) Глубина проникновения – расстояние, на которое магнитный поток проникает в сверхпроводник. Глубина проникновения оказывается функцией температуры и различна в разных материалах: от 310–6 до 210–5 см. Магнитный поток выталкивается из сверхпроводника токами, циркулирующими в поверхностном слое, толщина которого приблизительно равна глубине проникновения.

Чтобы понять, почему выталкивается магнитный поток, т.е. чем обусловлен эффект Мейсснера, нужно вспомнить, что все физические системы стремятся к состоянию с минимальной энергией. Магнитное поле обладает некоторой энергией. У сверхпроводника в магнитном поле энергия увеличивается. Но она снова понижается благодаря тому, что в поверхностном слое сверхпроводника возникают токи. Эти токи создают магнитное поле, которым компенсируется поле, приложенное извне. Энергия сверхпроводника выше, чем в отсутствие внешнего магнитного поля, но ниже, чем в том случае, когда поле проникает внутрь его.

Полное выталкивание магнитного потока энергетически выгодно не для всех сверхпроводников. В некоторых материалах состояние с минимальной энергией в магнитном поле достигается, если некоторые из линий магнитного потока частично проникают в вещество, образуя мозаику из сверхпроводящих областей, где магнитное поле отсутствует, и нормальных, где оно есть.

4) Длина когерентности – расстояние, на котором электроны взаимодействуют друг с другом, создавая сверхпроводящее состояние. Электроны в пределах длины когерентности движутся согласованно – когерентно (как бы «в ногу»). Длина когерентности для разных сверхпроводников изменяется от 510–7 до 10–4 см. С существованием больших длин когерентности (намного превышающих атомные размеры порядка 10–8 см) связаны необычные свойства сверхпроводников.

5) Удельная теплоемкость – количество теплоты, необходимое для того, чтобы повысить температуру 1 г вещества на 1 К. Удельная теплоемкость сверхпроводника резко возрастает вблизи температуры перехода в сверхпроводящее состояние, и довольно быстро уменьшается с понижением температуры. Таким образом, в области перехода для повышения температуры вещества в сверхпроводящем состоянии требуется больше теплоты, чем в нормальном состоянии, а при очень низких температурах – наоборот. Так как удельная теплоемкость определяется в основном электронами проводимости, это явление указывает на то, что состояние электронов изменяется.

По своему поведению в магнитных полях сверхпроводники разделяются на сверхпроводники 1-го и 2-го рода. Сверхпроводники 1-го рода обнаруживают те идеальные свойства, о которых уже говорилось. В присутствии магнитного поля в поверхностном слое сверхпроводника возникают токи, которые полностью компенсируют внешнее поле в толще образца. Если сверхпроводник имеет форму длинного цилиндра и находится в поле, параллельном его оси, то глубина проникновения может быть порядка 310–6 см. При достижении критического поля сверхпроводимость исчезает, и поле полностью проникает внутрь материала. Критические поля для сверхпроводников 1-го рода лежат обычно в пределах от 100 до 800 Гс. Хотя у сверхпроводников 1-го рода малая глубина проникновения, они имеют большую длину когерентности – порядка 10–4 см.

Сверхпроводники 2-го рода характеризуются большой глубиной проникновения (около 210–5 см) и малой длиной когерентности (510–7 см). В присутствии слабого магнитного поля (меньше 500 Гс) весь магнитный поток выталкивается из сверхпроводника 2-го рода. Но выше *Нс*1 – первого критического поля – магнитный поток проникает в образец, хотя и в меньшей степени, чем в нормальном состоянии. Это частичное проникновение сохраняется до второго критического поля – *Нс*2, которое может превышать 100 кГс. При полях, больших *Нс*2, поток проникает полностью, и вещество становится нормальным.

**3. Анализ методов испытания металлов на твердость**

**по Бринеллю, Роквеллу, Виккерсу.**

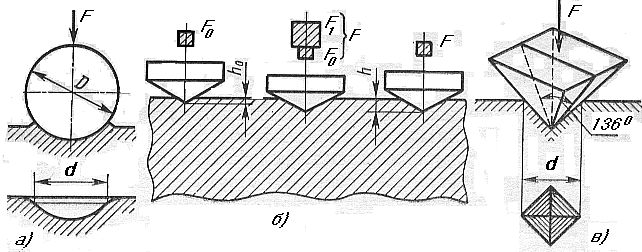
Методы определения твердости металлов одной из наиболее распространенных характеристик, определяющих качество металлов и сплавов, возможность их применения в различных конструкциях и при различных условиях работы, является твердость. Испытания на твердость производятся чаще, чем определение других механических характеристик металлов: прочности, относительного удлинения и др.

Под твердостью материала понимают его способность сопротивляться пластической или упругой деформации при внедрении в него более твердого тела (индентора).

Этот вид механических испытаний не связан с разрушением металла и, кроме того, в большинстве случаев не требует приготовления специальных образцов.

Все методы измерения твердости можно разделить на две группы в зависимости от вида движения индентора: статические методы и динамические. Наибольшее распространение получили статические методы определения твердости.

Статическим методом измерения твердости называется такой, при котором индентор медленно и непрерывно вдавливается в испытуемый металл с определенным усилием. К статическим методам относят следующие: измерение твердости по Бринеллю, Роквеллу и Виккерсу (рис. 1).



**Рис.3. Схема определения твердости:  
а) по Бринеллю; б) по Роквеллу; в)по Виккерсу**

При динамическом испытании контролируется величина отскока испытательного инструмента от поверхности испытываемого образца. К динамическим методам относят следующие: твердость по Шору, по Польди.

Сущность метода заключается в том, что шарик (стальной или из твердого сплава) определенного диаметра под действием усилия, приложенного перпендикулярно поверхности образца, в течение определенного времени вдавливается в испытуемый металл (рис. 3а). Величину твердости по Бринеллю определяют исходя из измерений диаметра отпечатка после снятия усилия.

При измерении твердости по Бринеллю применяются шарики (стальные или из твердого сплава) диаметром 1,0; 2,0; 2,5; 5,0; 10,0 *мм.*

При твердости металлов менее 450 единиц для измерения твердости применяют стальные шарики или шарики из твердого сплава. При твердости металлов более 450 единиц - шарики из твердого сплава.

Величину твердости по Бринеллю рассчитывают как отношение усилия F, действующего на шарик, к площади поверхности сферического отпечатка А:



где НВ – твердость по Бринеллю при применении стального шарика;  
(HBW твердость но Бринеллю при применении шарика из твердого сплава), *МПа (кгс)*;  
F – усилие, действующее на шарик, *Н (кгс);*А – площадь поверхности сферического отпечатка, *мм2*;  
D *–* диаметр шарика, *мм*;  
d – диаметр отпечатка, *мм.*

Одинаковые результаты измерения твердости при различных размерах шариков получаются только в том случае, если отношения усилия к квадратам диаметров шариков остаются постоянными. Исходя из этого, усилие на шарик необходимо подбирать по следующей формуле:



Диаметр шарика D и соответствующее усилие F выбирают таким образом, чтобы диаметр отпечатка находился в пределах:



Если отпечаток на образце получается меньше или больше допустимого значения d*,* то нужно увеличить или уменьшить усилие F и произвести испытание снова.

Коэффициент К имеет различное значение для металлов разных групп по твердости. Численное, же значение его должно быть таким, чтобы обеспечивалось выполнение требования, предъявляемого к размеру отпечатка.  
Толщина образца должна не менее, чем в 8 раз превышать глубину отпечатка.

Подготовка образца, выбор условий испытания, получение отпечатка, измерение отпечатка и определение числа твердости производится в строгом соответствии ГОСТ 9012-59 (в редакции 1990 г.). Необходимые для замера твердости значения выбираются из таблиц этого ГОСТа.

**4. Классификация сталей по химическому составу,**

**назначению, качеству.**

Сталь - сплав железа с углеродом (до 2 % С). По химическому составу сталь разделяют на: углеродистую и легированную. По качеству сталь разделяют на: сталь обыкновенного качества, качественную, повышенного качества и высококачественную.

Сталь углеродистую обыкновенного качества подразделяют на три группы:

* А - поставляемую по механическим свойствам и применяемую в основном тогда, когда изделия из нее подвергают горячей обработке (сварка, ковка и др.), которая может изменить регламентируемые механические свойства (Ст0, Ст1 и др.);
* Б - поставляемую по химическому составу и применяемую для деталей, подвергаемых такой обработке, при которой механические свойства меняются, а уровень их кроме условий обработки определяется химическим составом (БСт0, БСт1 и др.);
* В - поставляемую по механическим свойствам и химическому составу для деталей, подвергаемых сварке (ВСт1, ВСт2 и др.).

Сталь углеродистую обыкновенного качества изготовляют следующих марок: **Ст0, Ст1кп, Ст1пс, Ст1сп, Ст2кп, Ст2пс, Ст2сп, СтЗкп, СтЗпс, СтЗсп, СтЗГпс, СтЗГсп, Ст4кп, Ст4пс, Ст4сп, Ст5пс, Ст5сп, Ст5Гпс,  
Стбпс, Стбсп. З**десь буквы **Ст** обозначают "Сталь", цифры - условный номер марки в зависимости от химического состава, буквы **"кп", "пс", "сп"** - степень раскисления ("кп" - кипящая, "пс" - полуспокойная, "сп" - спокойная).

Сталь углеродистая качественная конструкционная по видам обработки при поставке делится на: горячекатаную и кованую, калиброванную, круглую со специальной отделкой поверхности - серебрянку.

По требованиям к испытанию механических свойств сталь подразделяют на пять категорий:

**1** - Без испытания механических свойств на растяжение и ударную вязкость. Горячекатаная, кованая, калиброванная, серебрянка.

**2** - С испытанием механических свойств на растяжение и ударную вязкость на образцах, изготовленных из нормализованных заготовок размером 25 мм (диаметр или сторона квадрата). Горячекатаная, кованая, калиброванная, серебрянка.

**3** - С испытанием механических свойств на растяжение на образцах, изготовленных из нормализованных заготовок указанного в заказе размера, но не более 100 мм. Горячекатаная, кованая, калиброванная.

**4** - С испытанием механических свойств на растяжение и ударную вязкость на образцах, изготовленных из термически обработанных (закалка + отпуск) заготовок указанного в заказе размера, но не более 100 мм. Горячекатаная, кованая, калиброванная.

**5** - С испытанием механических свойств на растяжение на образцах, изготовленных из сталей в термически обработанном состоянии (отожженной или высокоотпущенной). Калиброванная.

Легированную сталь по степени легирования разделяют: низколегированная (легирующих элементов до 2,5%), среднелегированная (от 2,5 до 10%), высоколегированная (от 10 до 50%).

В зависимости от основных легирующих элементов различают сталь 14-и групп.

К высоколегированным относят:

* коррозионностойкие (нержавеющие) стали и сплавы, обладающие стойкостью против электрохимической и химической коррозии; межкристаллитной коррозии, коррозии под напряжением и др.;
* жаростойкие (окалиностойкие) стали и сплавы, обладающие стойкостью против химического разрушения в газовых средах при температуре выше 50 гр. С, работающие в ненагруженном и слабонагруженном состоянии;
* жаропрочные стали и сплавы, работающие в нагруженном состоянии при высоких температурах в течение определенного времени и обладающие при этом достаточной жаростойкостью.

Электротехническую тонколистовую сталь разделяют:

***А.*** *по структурному состоянию и виду прокатки на классы:*

* горячекатаная изотропная;
* холоднокатаная изотропная;
* холоднокатаная анизотропная с ребровой текстурой;

*Б. по содержанию кремния*:

* 0 - до 0,4 %;
* 1 - св. 0,4 до 0,8 %;
* 2 - св. 0,8 до 1,8 %;
* 3 - св. 1,8 до 2,8 %;
* 4 - св. 2,8 до 3,8 %;
* 5 - св. 3,8 до 4,8 %;

химический состав стали не нормируется;

*В. по основной нормируемой характеристике на группы:*

* 0 - удельные потери при магнитной индукции 1,7 Тл и частоте 50 Гц (P1,7/50);
* 1 - удельные потери при магнитной индукции 1,5 Тл и частоте 50 Гц (P1,5/50);
* 2 - удельные потери при магнитной индукции 1,0 Тл и частоте 400 Гц (P1,0/400);
* 6 - магнитная индукция в слабых магнитных полях при напряженности поля 0,4 А/м (В 0, 4);
* 7 - магнитная индукция в средних магнитных полях при напряженности поля 10 А/м (В10).

Список литературы

www.krugosvet.ru

www.wikipedia.ru

www.mukhin.ru

http://www.edu-zone.net/show/33047.html http://www.4ertim.com/autohtml.php?filename=class\_steel.htm

http://ptu95.narod.ru/klassifikation.html