**Магнитные материалы.**

Все вещества, помещенные в магнитное поле, намагничива­ются, а некоторые из них сохраняют свою намагниченность и после прекращения действия магнитного поля.

Слабомагнитные материалы намагничиваются под действием внешнего поля незначительно. К ним относятся диа­магнетики и парамагнетики.

**Диамагнетики** ослабляют внутри себя то магнитное поле, ко­торое действует извне, так как их намагниченность направлена против внешнего поля. Диамагнетиками являются большинство органических соединений, а также ряд металлов (медь, серебро, золото, свинец и др.).

**Парамагнетики**при попадании в магнитное поле усиливают его внутри себя, так как направление их намагниченности совпа­дает с направлением внешнего поля. К парамагнетикам относятся алюминий, платина, титан и др.

Из-за своих магнитных свойств диамагнетики и парамагнетики не нашли широкого применения в технике.

Практическое применение в технике получили **сильномаг­нитные материалы**, которые под действием внешнего маг­нитного поля намагничиваются, т.е. становятся магнитами. К ним относятся ферромагнетики и ферримагнетики.

В электроустановках применяют главным образом те маг­нитные материалы, которые, находясь в магнитном поле, усили­вают его. Их называют магнитнымиили просто **ферромагнетиками.** К ферромагнетикам относятся железо, никель, кобальт и многие их сплавы. Используют эти матери­алы для изготовления сердечников электрических машин, транс­форматоров, электромагнитов и многих других электромагнит­ных приборов и аппаратов.

Во многих электроустанов­ках **ферромагнитные** материалы работают при переменном маг­нитном поле, вследствие чего происходит перемагничивание магнитных материалов.

В процессе перемагничивания часть энергии расходуется на нагревание материала. Количество этой энергии (ее называют потерями энергии на гистерезис) пропорционально площади петли гистерезиса. Поэтому от формы петли гистерезиса, что в свою очередь определяется свойствами материала, зависят его магнитные характеристики. Различают магнитно-мягкие и магнитно-твердые материалы.

**Магнитно-мягкие** материалы характеризуются малыми по­терями энергии на перемагничивание и нагрев. Этим обусловлено применение магнитно-мягких материалов для изготовления электрических машин **и** аппаратов, трансформато­ров и других устройств, т. е. там, где требуется быстрое намаг­ничивание и перемагничивание с малыми потерями энергии.

**Магнитно-твердые** материалы характеризуют­ся сравнительно большими потерями на гистерезис, обладают большой коэрцитивной силой, но, как и магнитно-мягкие ма­териалы, имеют большую магнитную проницаемость. Магнитно-твердые материалы остаются намагниченными после снятия намагничивающего поля, и поэтому их применяют главным об­разом для изготовления постоянных магнитов.

Для экономичного использования магнитных материалов важно учитывать еще одну их характеристику. Дело в том, что в сердечниках электрических машин, аппаратов, работающих на переменном токе, возникают индукционные токи (их называют вихревыми токами). Вихревые токи нагревают сердечник (магнитопровод). **вследствие** чего часть **энергии рассеивается в окружающее** про­странство, **т.** е. теряется. **Эти потери** энергии **называют потеря­ми** на **вихревые токи**. С целью уменьшения значения вихревых токов магнитопроводы изготавливают из легированной кремнием **стали** и делают их не сплошными, **а** собирают из тонких листов (плас­тин), изолированных друг от друга. Из-за наличия кремния увеличивается удельное электрическое сопротивление стали, а пластины как бы разрезают контуры вихревых токов, которые согласно закону электромагнитной индукции возникают в плос­костях, перпендикулярных магнитным потокам в магнитопроводе.

В электротехнике в качестве основного магнитного материа­ла используют *электротехническую сталь.* Она представляет собой магнитно-мягкий материал (см. рис. 23, а), и поэтому ее широко применяют в устройстве электрических машин, аппара­тов, трансформаторов, электромагнитных реле, дросселей, элек­трических приборов.

Листовую электротехническую сталь производят путем го­рячей или холодной прокатки. Горячекатаная электротехничес­кая сталь содержит до 4,5% кремния и обладает изотропными магнитными свойствами.

Холоднокатаная электротехническая сталь может быть как изотропной, так и анизотропной в отношении магнитных свойств.

Холоднокатаная электротехническая сталь может быть текстурованной: листы повторно прокатывают, а затем подвергают отжигу, вследствие чего изменяется кристаллическая структура стали, что улучшает ее способность намагничиваться.

При механической обработке электротехнической стали надо учитывать, что ее магнитные свойства ухудшаются от ударов, резания, штамповки и т. п.

В России производят самые различные стали, отличающиеся по своей структуре, свойствам, назначению. Марки электротех­нической стали записывают в виде сочетания буквы Э и ряда следующих за ней цифр, например Э11, Э32, Э42, ЭЗЗО и т. п. Иногда в конце записи марки стоит буква А. Буквы и цифры указывают на следующее:

 Э — электротехническая сталь;

первая цифра после буквы Э (от 1 до 4) указывают процент содержания кремния, а именно: 1— низколегированная (0,8—1,8%); 2—среднелегированная (1,8—2,8%); 3—повышеннолегированная (2,8—3,8%); 4—высоколегированная (3,8—4,8%);

цифры 1...8, стоящие на втором месте после буквы Э, ха­рактеризуют гарантированные ГОСТ электрические и магнит­ные свойства, а именно: 1— нормальные удельные потери; 2— пониженные потери; 3— низкие потери; 4— низкие потери при частоте 400 Гц; 5— нормальная магнитная проницаемость в слабых магнитных полях; 6— повышенная магнитная прони­цаемость в слабых магнитных полях; 7— нормальная магнит­ная проницаемость в средних магнитных полях; 8— повышен­ная магнитная проницаемость в средних магнитных полях;

третья цифра за буквой Э обозначает холоднокатаную текстурованную сталь (0) или холоднокатаную малотекстурованную сталь (00);

буква А указывает на особо низкие удельные потери.

Например: Э21— электротехническая сталь, среднелегиро­ванная, обладает нормальными удельными потерями на нагре­вание вихревыми токами и вследствие гистерезиса; Э47А — электротехническая сталь, высоколегированная, обладает нор­мальной магнитной проницаемостью в средних магнитных полях и очень низкими удельными потерями; Э320— электротехни­ческая сталь, повышеннолегированная, обладает пониженными удельными потерями, холоднокатаная текстурованная.

Данные об электрических и магнитных свойствах электро­технической стали различной толщины и различных марок можно найти в справочниках по электротехническим материалам.

В электрических устройствах, предназначенных для работы в слабых магнитных полях, например в некоторых измеритель­ных приборах и трансформаторах, применяют магнитно-мяг­кий материал *пермаллой.* Пермаллой представляет собой железоникелевый сплав (45—80% никеля), легированный хромом, кремнием, молибденом. Пермаллой легко намагничивается в слабых магнитных полях (см. рис. 23, *б)* и обладает повышен­ным удельным электрическим сопротивлением.

В зависимости от содержания никеля различают несколько марок пермаллоев. Пермаллои с низким содержанием никеля применяют для изготовления магнитопроводов трансформато­ров, катушек индуктивности, приборов и аппаратов, использую­щихся главным образом в радиотехнике, связи, автоматике. Высоконикелевые пермаллои используют для изготовления маг­нитных усилителей, катушек индуктивности, трансформаторов слабого тока, применяемых в аппаратуре связи и автоматике, а также для изготовления магнитопроводов некоторых транс­форматоров тока промышленной и звуковой частот.

В качестве магнитно-мягких материалов применяют также *ферриты.* Магнитно-мягкие ферриты получают спеканием смеси порошков ферримагнитного оксида железа и оксидов цинка, никеля, магния и некоторых других металлов. Ферриты обладают очень большим удельным электрическим сопротивлением, и поэтому их применяют в устройствах, работающих при вы­соких и сверхвысоких частотах (радиоэлектроника, связь, авто­матика). В этих же областях применяют магнитно-мягкие материалы *алсифер* (сплав железа, алюминия и кремния), *пер-минвар* (сплав железа, никеля и кобальта) и др.

Магнитно-твердые материалы по сравнению с магнитно-мягкими материалами обладают большими значениями коэрци­тивной силы и остаточной индукции, что позволяет широко применять их для изготовления постоянных магнитов. В России производят магнитно-твердые материалы многих видов и марок. Вот некоторые из них — стали, легированные хромом, воль­фрамом или кобальтом, сплавы из железа, никеля и алюминия (альни, альнико и др.), металлокерамические материалы (маг­нитно-твердые ферриты, получаемые прессованием порошкооб­разных компонентов с использованием бария или кобальта); их используют в электромашиностроении, приборостроении, теле­фонии, связи и других отраслях промышленности.