

## Магнитные стали и сплавы

Магнито-твердые стали и сплавы применяют для изготовления постоянных магнитов.

Для постоянных магнитов применяют высокоуглеродистые стали с 1% С, легированные хромом (3%) ЕХЗ, а также одновременно хромом и кобальтом, ЕХ5К5, ЕХ9К15М2. Легирующие элементы повышают коэрцитивную и магнитную энергию

В промышленности наиболее широко применяют **сплавы типа алнико**. Сплавы тверды, хрупки и не поддаются деформации, поэтому магниты из них изготавливают литьем, затем проводят шлифование.

Сплав ЮНДК15 содержит 18-19% Ni, 8.5-9.5% Al, 14-15% Co, 3-4% Cu.

**Магнито-мягкие стали** (электротехническая сталь) (1212, 1311, 1511, 2011, 2013, 2211, 2312, 2412, 3415, 3416, 79НМ, 81НМА) применяют для изготовления магнитопроводов постоянного и переменного тока. Они предназначены для изготовления якорей и полюсов машин постоянного тока, роторов и статоров асинхронных двигателей и др.

**Парамагнитные стали** (17Х18Н9, 12Х18Н10Т, 55Г9Н9Х3, 40Г14Н9Ф2, 40Х14Н9Х3ЮФ2 и др.) требуются в электротехнике, приборостроении, судостроении и специальных областях техники.

Недостатки этих сталей низкий предел текучести (150-350МПа), что затрудняет их использование для высоко нагруженных деталей машин.

## Металлические стекла (аморфные сплавы)

Аморфные сплавы нередко хрупки при растяжении, но сравнительно пластичны при изгибе и сжатии. Могут подвергаться холодной прокатке.

### **Магнито-мягкие аморфные сплавы делятся на три основные группы:**

**1. на основе железа** ( $\text{Fe}_{81}\text{Si}_{3.5}\text{B}_{13.5}\text{C}_2$ ) с высокими значениями магнитной индукции и низкой коэрцитивной силой;

**2. на основе кобальта** ( $\text{Co}_{66}\text{Fe}_4(\text{Mo}, \text{Si}, \text{B})_{30}$ ), имеющие сравнительно небольшую индукцию насыщения, но высокие механические свойства, низкую коэрцитивную силу и высокое значение магнитной проницаемости;

**3. железоникелевые сплавы** ( $\text{Fe}_{40}\text{Ni}_{40}\text{P}_{14}\text{B}_6$ ) со средними значениями магнитной индукции и более низким значением коэрцитивной силы, чем у железных сплавов.

Магнито-мягкие аморфные сплавы применяют в электротехнике и электронной промышленности.

## **Сплавы с заданным температурным коэффициентом линейного расширения**

Широко применяются в машиностроении и приборостроении. Наиболее распространены сплавы Fe-Ni, у которых коэффициент линейного расширения  $\alpha$  при температурах  $-100$  до  $100^\circ\text{C}$  с увеличением содержания никеля до 36% резко уменьшается, а при более высоком содержании никеля вновь возрастает. При температуре  $600-700^\circ\text{C}$  такого явления не наблюдается и коэффициент линейного расширения в зависимости от состава изменяется плавно, что объясняется переходом сплавов в парамагнитное состояние. Таким образом, низкое значение температурного коэффициента линейного расширения связано с влиянием ферромагнитных эффектов.

Для изготовления деталей, спаиваемых со стеклом, применяют более дешевые ферритные железохромистые сплавы 18ХТФ и 18ХМТФ.

## **Сплавы с эффектом “памяти формы”**

Эти сплавы после пластической деформации восстанавливают свою первоначальную геометрическую форму или в результате нагрева (эффект “памяти формы”), или непосредственно после снятия нагрузки (сверхупругость).

В настоящее время известно большое число двойных и более сложных сплавов с обратным мартенситным превращением, обладающих в разной степени свойствами “памяти формы”: Ni-Al, Ni-Co, Ni-Ti, Cu-Al, Cu-Al-Ni и др.

Наиболее широко применяют сплавы на основе монокнелида титана NiTi, получившие название нитинол. Эффект “памяти формы” в соединении NiTi может повторяться в течение многих тысяч циклов. Нитинол обладает высокой прочностью ( $\sigma_{\text{в}}=770\text{,}1100\text{МПа}$ ,  $\sigma_{\text{т}}=300\text{,}500\text{МПа}$ ), пластичностью ( $d=100\text{,}15\%$ ), коррозионной и кавитационной стойкостью и демпфирующей способностью. Его применяют как магнитный высокодемпфирующий материал во многих ответственных конструкциях.