

сверхпроводники используют в магнитных насосах, позволяющих перекачивать магнитные поля из больших объемов в малые, тем самым увеличивая их напряженность  $H$ .

Сильные магнитные поля криогенных сверхпроводящих устройств позволяют защищать космические корабли от повышенной радиации.

Поиск новых сверхпроводников продолжается, хотя пока проблема остается чисто научной. В перспективе необходимо разработать технологию производства и применения высокотемпературных сверхпроводников.

УДК. 669.018.58

### **Магнитострикционные материалы**

Студент гр.104219 Орда Д.В.

Научный руководитель – Пучков Э.П.

Белорусский национальный технический университет

г. Минск

Магнитострикция (от лат.натяжение, сжатие) – изменение формы и размеров тела при его намагничивании. Это явление свойственно как ферромагнитным, так и парамагнитным и диамагнитным веществам. Магнитострикция – результат проявления взаимодействий в магнитных телах. Изучение магнитострикции помогает выяснить природу указанных взаимодействий. Магнитострикция неизменно привлекает внимание не только физиков, но также и инженеров с точки зрения конструирования новых приборов и технических устройств.

Различают два вида магнитострикции:

- изотропную (обменную);
- анизотропную (магнитодипольную и одноионную).

Перечень приборов, в которых используются магнитострикционные материалы, довольно обширен: генераторы мощного звука и ультразвука, сверхчувствительные приемники звука, магнитострикционные механизмы микроперемещений и нажимных устройств, линии задержки звуковых и электрических сигналов, и другие устройства для радиотехники и электросвязи. К редкоземельным материалам привлечено внимание также технологов с точки зрения создания новых эффективных материалов с инвариантными свойствами.

У классических ферромагнитных сплавов относительное удлинение – сотые доли процента. У никеля продольная магнитострикция достигает величины 0,004 %, поэтому никель и сплавы на его основе широко применяют в металлургии, также применяют железокобальтовые и железоалюминиевые сплавы, обладающие более высокими значениями магнитострикции, но менее технологичными свойствами.

Проблему малого относительного удлинения удалось решить с открытием явления гигантской магнитострикции у редкоземельных магнетиков. Так, у поликристаллов тербия и диспрозия относительное удлинение составило 0,3 %, а в монокристаллах достигло 2 %. Такими необычными свойствами эти вещества обязаны особенностям строения атомов редкоземельных элементов. Их электронные облака имеют сильно вытянутую, несферическую форму, и, к тому же, ведут они себя как «жесткие», недеформируемые. Под действием внешнего магнитного поля электронное облако каждого атома поворачивается и, грубо говоря, как бы раздвигает соседние атомы, сильно деформируя, растягивая всю кристаллическую структуру.

Один из лучших новых магнитострикционных материалов известен под промышленной маркой Терфенол-Д, основным компонентом которого является  $Dy_{0.7}Tb_{0.3}Fe_{1.95}$ . Этот материал способен развивать магнитострикционную деформацию до 0,14 %. Он появился в результате исследования магнитного поведения редкоземельного элемента тербия (Тб), деформация

которого при температуре ниже 200 К достигает 1 %. Легирование тербия железом (Fe) позволило поднять рабочую температуру до комнатной, а введение диспрозия (Dy) – снизить величину магнитного поля.

Пермаллой – прецизионный сплав с магнитно-мягкими свойствами, состоящий из железа и никеля (45 – 82 % Ni). Может быть дополнительно легирован несколькими другими компонентами. Сплав обладает высокой магнитной проницаемостью (максимальная относительная магнитная проницаемость  $\mu \sim 100000$ ), малой коэрцитивной силой, почти нулевой магнитострикцией и значительным магниторезистивным эффектом. Благодаря низкой магнитострикции сплав применяется в прецизионных магнито-механических устройствах и других устройствах, где требуется стабильность размеров в меняющемся магнитном поле. Электрическое сопротивление пермаллоя меняется обычно в пределах 5 % в зависимости от силы и направления действующего магнитного поля

Отметим, что магнитострикционный эффект имеет широкое применение в наше время. Этот эффект используют в различных преобразователях и датчиках.

УДК. 621.7-4

### **Сплавы с особыми тепловыми и упругими свойствами**

Студентка гр.104219 Синькевич О.Л.

Научный руководитель – Пучков Э.П.

Белорусский национальный технический университет  
г. Минск

Прецизионные сплавы являются сплавами со специальными физическими и физико-механическими свойствами, уровень которых определяется точным химическим составом, чистотой сплава от включений и вредных примесей, структурным состоянием и высокой точностью изготовления. В большинстве случаев для получения требуемых рабочих характеристик сплава необходимо обеспечить сочетание всех перечисленных факторов, химического состава и технологии изготовления материала (например, выплавка, обработка давлением, промежуточная и конечная термическая обработка).

Металлургическая промышленность выпускает более 200 марок прецизионных сплавов в виде ленты, проволоки, тонкостенных труб, точных профилей, прутков и поковок, а также тончайшей ленты толщиной до 0,0015 мм.

По физическим свойствам и областям применения прецизионные сплавы делятся на группы: магнитномягкие сплавы, магнитнотвердые сплавы, сплавы омического сопротивления, сплавы с заданным коэффициентом теплового расширения, сплавы с высокими упругими свойствами, сверхпроводящие материалы и термобиметаллы.

Магнитномягкие сплавы обладают высокой магнитной проницаемостью и малой коэрцитивной силой в слабых полях. Их используют в качестве сердечников – магнитопроводов и магнитных экранов аппаратуры радиосвязи, радиолокации, автоматики, управления по радио, счетно-решающих машин и др.

Магнитнотвердые сплавы обладают высокой магнитной энергией и используются как элементы памяти – носители сигналов и постоянные магниты в радиоаппаратуре, автоматических системах, работающих по заданной программе, накопителях информации счетно-решающих машин и др.

Сплавы омического сопротивления обладают высоким удельным электрическим сопротивлением, жаростойкостью и применяются в качестве тарированных сопротивлений в радиоэлектронике, термо- и тензодатчиков для аппаратуры, регистрирующей и управляющей тепловыми и механическими нагрузками, нагревательных элементов в промышленных печах, в приборах бытовой техники.