

Аморфные и нанокристаллические сплавы для измерительных преобразователей

Юрий СТАРОДУБЦЕВ
Владимир БЕЛОЗЕРОВ
yunstar@mail.ru

Использование магнитомягких аморфных и нанокристаллических сплавов, обладающих высокой магнитной проницаемостью, позволяет повысить чувствительность измерительных преобразователей и точность преобразования измеряемых величин.

Измерительный преобразователь представляет техническое средство с нормативными метрологическими характеристиками, служащее для преобразования измеряемой величины в другую величину или измерительный сигнал, удобный для обработки, хранения, дальнейших преобразований, индикации или передачи. Преобразователь, на который непосредственно воздействует измеряемая физическая величина, является первичным измерительным преобразователем, а конструктивно обособленный первичный преобразователь называют датчиком. Датчик выполняет роль своеобразного «органа чувств», который должен обладать высокой чувствительностью. Повысить чувствительность преобразователей и точность преобразования измеряемых величин позволяет использование магнитомягких материалов, обладающих высокой магнитной проницаемостью.

Сразу необходимо отметить, что магнитная проницаемость ферромагнитных мате-

риалов зависит от напряженности магнитного поля H (рис. 1). В связи с этим определим основные типы магнитной проницаемости, которые наиболее часто приводят в справочных данных. В международной системе единиц измерения СИ используют относительную магнитную проницаемость:

$$\mu = \frac{B}{\mu_0 H},$$

где B — магнитная индукция в теслах (Тл), H — напряженность магнитного поля в амперах на метр (А/м), $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7}$ — магнитная постоянная в генри на метр (Гн/м). При этом относительная магнитная проницаемость характеризует возрастание магнитной индукции с увеличением напряженности магнитного поля. В большинстве случаев величины B и H берутся по начальной (статической) кривой намагничивания. В зависимости от значения магнитного поля выделяют различные типы магнитной прони-

цаемости. Начальную относительную магнитную проницаемость μ_n находят экстраполяцией зависимости магнитной проницаемости $\mu = \mu(H)$ к нулю:

$$\mu_n = \frac{1}{\mu_0} \lim_{H \rightarrow 0} \frac{B}{H}.$$

На практике вместо начальной относительной магнитной проницаемости указывают близкое к ней значение относительной магнитной проницаемости, измеренное в достаточно слабом магнитном поле. Например, $\mu_{0,08}$ обозначает относительную магнитную проницаемость, измеренную при напряженности магнитного поля 0,08 А/м. Наибольшее значение относительной магнитной проницаемости на кривой намагничивания называют максимальной относительной магнитной проницаемостью μ_{\max} .

Дифференциальная относительная магнитная проницаемость μ_d определяется соотношением:

$$\mu_d = \frac{1}{\mu_0} \frac{dB}{dH},$$

то есть она является производной функции $B = B(H)$ в некоторой точке H , нормированной на магнитную постоянную. Производная dB/dH численно равна тангенсу угла наклона касательной в точке на кривой зависимости $B = B(H)$. Из определения следует уравнение:

$$\mu_d = \frac{d(\mu H)}{dH} = \mu + H \frac{d\mu}{dH},$$

которое связывает дифференциальную относительную магнитную проницаемость μ_d и относительную магнитную проницаемость μ . Последнюю величину иногда называют нормальной относительной магнитной проницаемостью, чтобы подчеркнуть ее отличие от дифференциальной проницаемости. Диффе-

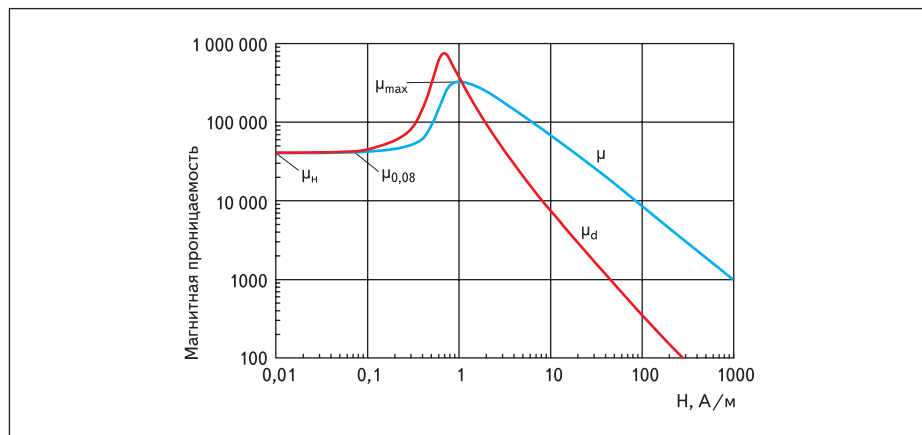


Рис. 1. Зависимость нормальной μ и дифференциальной μ_d относительной магнитной проницаемости от напряженности магнитного поля H по начальной кривой намагничивания. μ_n — начальная относительная магнитная проницаемость; μ_{\max} — максимальная относительная магнитная проницаемость; $\mu_{0,08}$ — относительная магнитная проницаемость при напряженности магнитного поля $H = 0,08$ А/м.

