

Магнитные потери

Магнѣтные потѣри, электромагнитная энергия, превращающаяся в теплоту в образце магнитоупорядоченного вещества при его перемагничивании переменным магнитным полем напряжѣнностью H . Существует несколько механизмов магнитных потерь. Наиболее универсальный из них связан с магнитным гистерезисом (магнитные потери на гистерезис, P_g). При циклическом перемагничивании образца в результате отставания изменения намагничѣнности M от изменения H зависимость M от H имеет вид замкнутых петель (петель гистерезиса). Это означает, что лишь часть энергии, передаваемая образцу внешним полем при намагничивании, возвращается при размагничивании, оставшаяся энергия превращается в теплоту – теряется. Мерой теряемой энергии служит площадь петли гистерезиса.

В проводящих ферромагнетиках, например электротехнических сталях, помимо гистерезисных потерь важную роль играют потери на вихревые токи (токи Фуко). Механизм возникновения таких токов в ферромагнитных металлах связан с изменением магнитной индукции B за счёт движения доменных стенок под действием поля. В процессе динамического перемагничивания доменные стенки, смещаясь, могут сильно изгибаться, а доменная структура – дробиться и коренным образом перестраиваться, что сказывается на части магнитных потерь, которая обусловлена вихревыми токами (P_v). Экспериментально установлено, что P_v нелинейным образом зависит от частоты изменения B , ширины доменов L , а также имеет немонотонную зависимость от угла между осью лёгкого намагничивания и вектором H . Точный расчёт P_v возможен лишь в простейших случаях.

В поликристаллических магнитоупорядоченных веществах бѣльшая часть магнитных потерь приходится на P_g . Для их уменьшения в сталях обычно создают магнитную текстуру. Однако при высокосовершенной текстуре велик размер кристаллических зѣрен, а следовательно, велико L , что приводит к увеличению P_v ; поэтому для уменьшения магнитных потерь необходима оптимальная текстура. На листы электротехнической стали наносят магнитоактивные покрытия, которые не только выполняют роль электроизоляции, но и при соответствующем подборе коэффициента термического расширения приводят к растяжению листов, что уменьшает P_v и снижает магнитные потери.

В неметаллических ферромагнетиках, помимо гистерезисных потерь, иногда оказываются существенными потери, связанные с релаксацией магнитного момента – спин-спиновой и спин-решѣточной.

Филиппов Борис Николаевич

Библиография

- Филиппов Б. Н. Динамические эффекты в ферромагнетиках с доменной структурой / Б. Н. Филиппов, А. П. Танкеев. – Москва : Наука, 1987.