

Работа 3.3.5.

Закон Кюри-Вейсса

Корнеев Е.С.

Закон Кюри-Вейсса

Цель работы: изучение температурной зависимости магнитной восприимчивости ферромагнетика выше точки Кюри.

Оборудование: катушка самоиндукции с образцом из гадолиния, термостат, частотомер, цифровой вольтметр, LC-автогенератор, термopара медь-константан.

Вещества с атомными магнитными моментами, отличными от нуля, обладают парамагнитными свойствами. Внешнее магнитное поле ориентирует магнитные моменты, которые в отсутствии его располагались в хаотичном порядке. При повышении температуры парамагнетика дезориентирующее воздействие теплового движения возрастает, и магнитная восприимчивость падает (в постоянном магнитном поле) по закону Кюри:

$$\chi = \frac{C}{T},$$

где C - постоянная Кюри.

При $T \rightarrow 0$ тепловое движение все меньше препятствует магнитным моментам атомов ориентироваться в одном направлении при действии сколь угодно малого внешнего поля, в связи с чем χ неограниченно возрастает. В ферромагнетиках это происходит при понижении температуры не до 0, а до температуры Кюри Θ . Оказывается, для ферромагнетиков закон Кюри должен быть заменен законом Кюри-Вейсса:

$$\chi \sim \frac{1}{T - \Theta_p},$$

где Θ_p - температура, близкая к Θ .

В данной работе изучается зависимость $\chi(T)$ гадолиния, так как его точка Кюри лежит в интервале комнатных температур.

Экспериментальная установка: схема приведена на рисунке. Рабочий образец из гадолиния расположен внутри пустотелой катушки самоиндукции, входящей в состав колебательного контура, входящего в состав LC-автогенератора. Гадолиний - хороший проводник электрического тока, а рабочая частота генератора достаточно велика, поэтому для уменьшения вихревых токов образец изготовлен из мелких кусочков размером около 0.5 мм. Катушка 1 с образцом помещена в стеклянный сосуд 2, залитый трансформаторным маслом, предохраняющим образец от окисления и способствующим ухудшению контакта между кусочками образца, а также улучшающим тепловой контакт между образцом и жидкостью 3 в термостате. Термометр 4 используется для определения температуры термостата.

Магнитную восприимчивость определяем по изменению самоиндукции катушки. Обозначив через L самоиндукцию катушки с образцом, L_0 - без образца, получим

$$(L - L_0) \sim \chi$$

При изменении самоиндукции образца изменяется период колебаний автогенератора:

$$\tau = 2\pi\sqrt{LC},$$

где C - емкость контура. Период колебаний в отсутствие образца определяется самоиндукцией пустой катушки:

$$\tau_0 = 2\pi\sqrt{L_0C}$$

Отсюда получим:

$$(L - L_0) \sim (\tau^2 - \tau_0^2)$$

или

$$\chi \sim (\tau^2 - \tau_0^2)$$

Отсюда видно:

$$(T - \Theta_p) \sim \frac{1}{(\tau^2 - \tau_0^2)}$$