

Отчет о выполнении лабораторной работы №12

Исследование магнитных свойств аморфного ферромагнетика при помощи высокотемпературного магнитометра

Исламов Сардор
группа Б02-111

25 октября 2023 г.

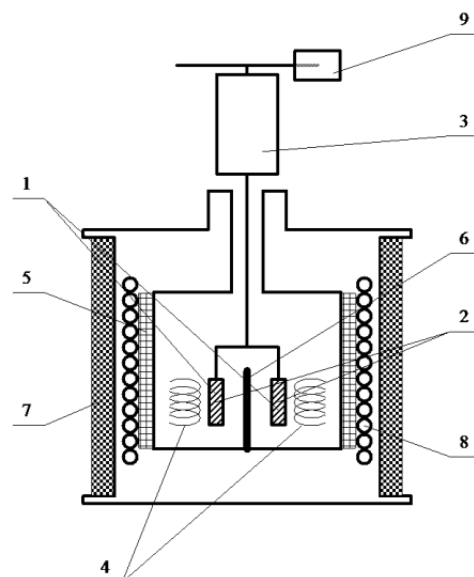
Аннотация. В ходе работы были изучены магнитные свойства аморфного ферромагнетика $Fe_{0.75}Cr_{0.1}B_{0.15}$ путем исследования полевых и температурных зависимостей намагниченности сплава с оценкой влияния беспорядка на основные параметры ферромагнетика (температура Кюри, обменное поле и т.д.), а также с изучением гистерезисных явлений.

Теоретическое введение

Обменное поле. Впервые механизм образования спонтанной намагниченности в ферромагнетиках был объяснен Вейссом, предположившим, что внутри ферромагнетика действует молекулярное магнитное поле (обменное поле), благодаря которому все спины ориентируются параллельно. Ориентирующему действию обменного поля противостоит дезориентирующее влияние теплового возбуждения. При повышении температуры тепловое движение разрушает порядок магнитных моментов. Температура, выше которой спонтанная намагниченность исчезает, называется точкой Кюри T_C .

Экспериментальная установка

Для измерения намагниченности образцов в данной работе используется магнитометр с вращающимся образцом (рис. 5). Образцы исследуемого вещества 1 помещаются в ампулы 2, которые в свою очередь крепятся симметрично на валу электродвигателя 3. При вращении вала поле рассеяния, обусловленное намагниченностью вращающегося образца, создает переменный магнитный поток в расположенных поблизости двух парах измерительных катушек 4. Переменное напряжение, индуцируемое в катушках, пропорционально намагниченности образца. Нагреватель 5 ($R = 20 \text{ Ом}$) предназначен для изменения температуры рабочего объема. Температура образца при этом контролируется образцовым платиновым термометром сопротивления 6, расположенным в непосредственной близости к образцам в рабочем объеме магнитометра. Постоянное магнитное поле создает



катушка-соленоид 7, при этом цепь водяного охлаждения 8 служит для защиты соленоида и от перегрева.

Постоянное магнитное поле в рабочем объеме магнитометра создается при помощи соленоида, питаемого от программируемого источника тока (максимальный ток 200 мА). Коэффициент соленоида равен 82 мТл/А. Измерение температуры образца осуществляется при помощи образцового платинового термометра сопротивления ($R(273.15\text{ K}) = 100\text{ Ом}$) на постоянном токе 100 мкА.

Ход работы

После подключения и знакомства с экспериментальной установкой снимем зависимости намагниченности от разных величин.

Полевая зависимость намагниченности. Снятие данных будем производить при увеличении и при уменьшении величины поля для наблюдения гистерезиса. График зависимости представлен на рис. 2

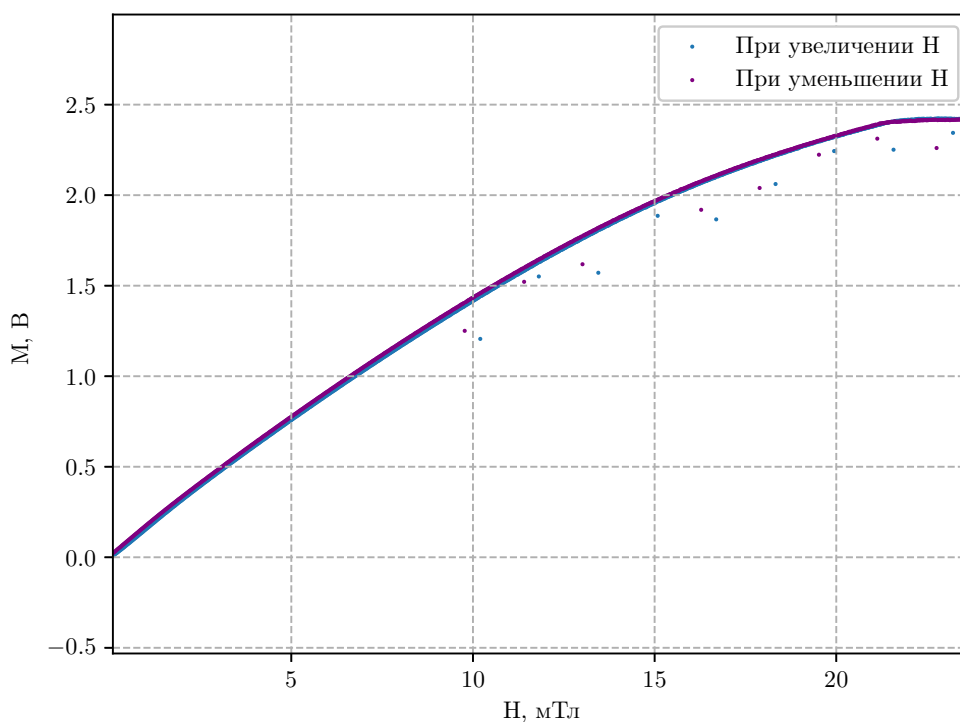


Рис. 2: Зависимость намагниченности от величины поля

Из полученных данных оценим некоторые характеристики образца: Амплитуда гистерезиса $\simeq 2.4$ В, остаточная намагниченность $M_R \simeq 7.7$ мВ

Температурная зависимость намагниченности. Подведя нагреватель определим также зависимость намагниченности образца от температуры. Данные также будем сохранять при увеличении и при уменьшении мощности нагревателя (рис. 3). Из графика определим температуру Кюри $T_C = 367.78$ К.

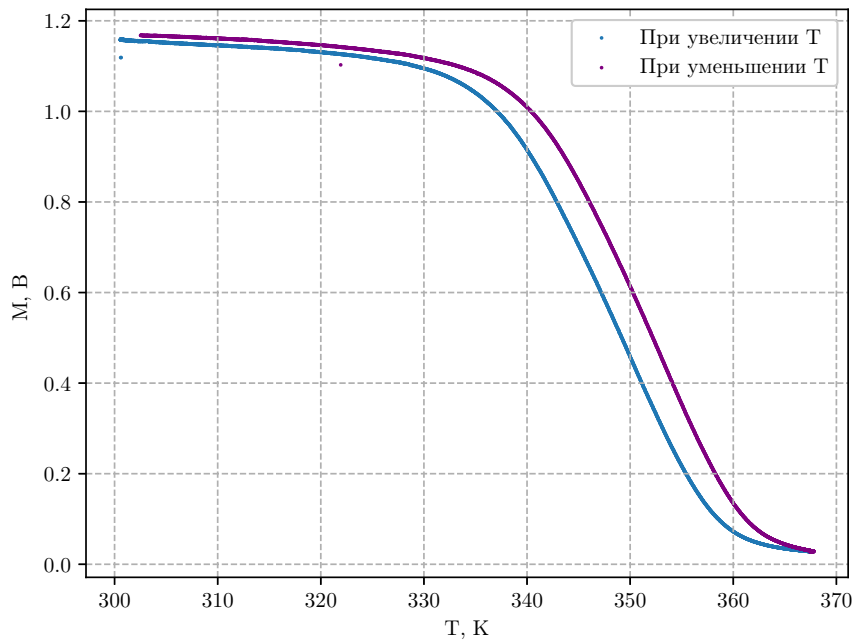


Рис. 3: Зависимость намагниченности от температуры

Из полученных результатов оценим величину обменного поля.

$$\frac{3}{2}kT = \mu B_E \Rightarrow B_E = \frac{3}{2}k \frac{T}{\mu}$$

$$B_E \simeq \frac{3}{2} \cdot 1.3 \cdot 10^{-23} \cdot \frac{367.8}{9.27} \cdot 10^{24} \simeq 770 \text{ Тл}$$

Вывод

В ходе работы были изучены магнитные свойства аморфного ферромагнетика $Fe_{0.75}Cr_{0.1}B_{0.15}$ путем исследования полевых и температурных зависимостей намагниченности сплава с оценкой влияния беспорядка на основные параметры ферромагнетика. Для полевой зависимости амплитуда гистерезиса оказалась равна $\simeq 2.4$ В, остаточная намагниченность $M_R \simeq 7.7$ мВ. Температура Кюри для образца равна $T_C = 367.78$ К, обменное поле $B_E \simeq 770$ Тл.