

ИССЛЕДОВАНИЕ ГАЛЬВАНОМАГНИТНЫХ СВОЙСТВ СОЕДИНЕНИЯ $Mn_{1,88}Cr_{0,12}Sb$ ПРИ ПРЕВРАЩЕНИИ АНТИФЕРРОМАГНЕТИЗМ — ФЕРРОМАГНЕТИЗМ

Н. П. Гражданкина

Описываются результаты экспериментального исследования температурных зависимостей электрического сопротивления, удельной термоэлектродвижущей силы, а также температурных и полевых зависимостей гальваномагнитного эффекта $\Delta R/R$ и эффекта Холла, измеренных на монокристаллических образцах соединения $Mn_{1,88}Cr_{0,12}Sb$ в области температур 77—380° К, включающих температуру T_s перехода антиферромагнетизм — ферромагнетизм.

Установлено, что при превращении все перечисленные характеристики испытывают резкое изменение. По смещению максимума эффекта $\Delta R/R$ с полем определено значение $dT_s/dH = (-0,33 \pm 0,04) \cdot 10^{-3}$ град · Ое⁻¹. Разный характер температурных и полевых зависимостей гальваномагнитных эффектов в ферро- и антиферромагнитной областях при одном и том же типе кристаллической структуры указывает на существенное значение для этих эффектов магнитной структуры вещества.

Введение

Соединения, имеющие общую формулу $Mn_{2-x}Cr_xSb$, при изменении температуры испытывают два магнитных фазовых перехода. Обладая антиферромагнитными свойствами при низких температурах, они переходят при повышении температуры в точке T_s в ферромагнитное состояние, которое, в свою очередь, разрушается при дальнейшем повышении температуры в точке Θ_f [1]. Исследования этих соединений в сильных импульсных магнитных полях показали, что антиферромагнитное состояние может быть разрушено достаточно сильными магнитными полями, превышающими некоторое пороговое значение H_n , зависящее от температуры [2]. На основании рентгенографических и нейтроннографических исследований [3] было установлено, что переход антиферромагнетизм — ферромагнетизм, вызванный температурой в точке T_s , приводит к изменению только магнитной структуры соединения и не сопровождается изменением кристаллографической симметрии решетки. Как выше, так и ниже температуры перехода решетка имеет тетрагональную симметрию типа $P4/nmm$. В связи с этим исследование указанных соединений представляет интерес по меньшей мере в двух отношениях.

Во-первых, изменение при превращении только спиновой симметрии при неизменной симметрии кристаллической решетки дает возможность исследовать вопрос о влиянии характера спинового упорядочения на электрические и гальваномагнитные свойства веществ.

Во-вторых, исследование перехода антиферромагнетизм — ферромагнетизм представляет самостоятельный интерес, так как несмотря на то, что в настоящее время такие переходы обнаружены в ряде соединений, сплавах и в большой группе редкоземельных металлов, природа этих переходов пока еще мало изучена.

В настоящей работе сообщаются данные о температурных зависимостях электрического сопротивления, удельной термоэлектродвижущей силы,

а также температурных и полевых зависимостях намагниченности, гальваномагнитного эффекта $\Delta R/R$ и эффекта Холла, измеренных на монокристаллических образцах соединения $Mn_{1,88}Cr_{0,12}Sb$ в области температур 77—380° К, включающей температуру перехода антиферромагнетизм — ферромагнетизм $T_s = 319^\circ$ К.

Приготовление образцов и методика измерений

Монокристаллы соединения $Mn_{1,88}Cr_{0,12}Sb$ готовились следующим образом. Мелкоистолченные порошки химически чистых Mn, Cr и Sb¹⁾ тщательно перемешивались и прессовались в стержни размерами $50 \times 8 \times 7$ мм³. Прессованные стержни помещались в кварцевые ампулы, которые откачивались до высокого вакуума, наполнялись очищенным гелием, отплавлялись и помещались в печь. Температура печи медленно повышалась до 700° С и в течение 6 час производилась выдержка при этой температуре. Затем температура повышалась до 1000—1050° С, образец плавился и производилась кристаллизация расплава. С этой целью ампула вытягивалась из печи со скоростью 0,4 см/час в течение 10—11 час. Полученные сплавы подвергались рентгенографическому и микроструктурному фазовому анализу, которые показали наличие помимо основной фазы $Mn_{1,88}Cr_{0,12}Sb$ следов MnSb. Кристаллографические направления в монокристаллах определялись двумя путями: рентгенографически по методу Лауэ и магнитным — с помощью кардана подвеса.

Измерения изотерм намагниченности производились на маятниковых магнитных весах типа Доменикали [4]. Максимальная напряженность применяемых магнитных полей была равна 19 кОе.

Электросопротивление и его изменение в магнитном поле $\Delta R/R$, а также эффект Холла, измерялись потенциометрическим методом с помощью потенциометра ППТН-1. Методика измерения эффекта Холла была аналогична описанной в работе Волкенштейна и Федорова [5]. Для исключения побочных эффектов измерения производились при двух направлениях магнитного поля и тока в образце. Максимальная напряженность магнитного поля была равна 28 кОе. При измерениях намагниченности и гальваномагнитных эффектов образец ориентировался таким образом, что направление внешнего магнитного поля было параллельно тетрагональной оси монокристалла, следовательно при $T > T_s$ оно совпадало с осью легкого намагничивания.

Удельная термоэлектродвижущая сила соединения $Mn_{1,88}Cr_{0,12}Sb$ определялась относительно меди, при этом направление теплового потока совпадало с тетрагональной осью монокристалла. Знак термоэдс определялся путем сравнения с эталонными образцами, изготовленными из висмута и сурьмы.

Результаты измерений и их обсуждение

На рис. 1 представлены температурные зависимости удельной намагниченности σ , э.д.с. Холла на единицу плотности тока $E_x d / i$ (E_x — измеренная э. д. с. Холла, d — толщина образца, i — ток) и поперечного гальваномагнитного эффекта $\Delta R/R$, измеренные при напряженности магнитного поля 15 кОе; здесь же дана кривая температурной зависимости удельного электрического сопротивления $\rho(T)$. Как видно из приведенных графиков, в области температур 300—330° К наблюдается резкое изменение всех перечисленных характеристик: крутой подъем намагниченности и э. д. с.

¹⁾ Использовались электролитические марганец и хром, обезгаженные в вакууме. Сурьма содержала следующие примеси: Pb — $1,5 \cdot 10^{-3}\%$; As — меньше $3 \cdot 10^{-3}\%$; Co, Ni — $6 \cdot 10^{-4}\%$; Bi — меньше $4 \cdot 10^{-5}\%$.