

### ФОТОФЕРРОМАГНИТНЫЙ ЭФФЕКТ В $\text{CdCr}_2\text{Se}_4$

*В. Г. Веселаго, Е. С. Вилелева, Г. И. Виноградова,  
В. Т. Калинин, В. Е. Мазоткин*

Нами наблюдалось изменение высокочастотной магнитной проницаемости ферромагнитного полупроводника  $\text{CdCr}_2\text{Se}_4$  при освещении. Это явление, следуя работе [1], можно назвать фотоферромагнитным эффектом (ФФЭ). Опыты проводились с кольцами из поликристалла, у которых внешний диаметр был равен 7 мм, внутренний 4 мм, а толщина 2 мм. Поликристаллические кольца получались путем растирания мелких кристаллов  $\text{CdCr}_2\text{Se}_4$  в порошок и прессования его с небольшим количеством органического наполнителя. Исходные монокристаллы изготовлялись методом жидкостного транспорта. На кольцо наматывалась катушка из 40 – 50 витков, и эта катушка включалась в схему автогенератора. О величине  $\mu$  сердечника можно было судить по частоте генератора, которая резко уменьшалась при охлаждении кольца с катушкой ниже температуры Кюри  $\text{CdCr}_2\text{Se}_4$  ( $\sim 129^\circ\text{K}$ ). Если

максимальную частоту выше точки Кюри обозначить через  $\omega_K$ , а частоту ниже точки Кюри через  $\omega(T)$ , и считать, что выше точки Кюри магнитная проницаемость равна единице, то

$$\mu(T) = (\omega_K / \omega(T))^2. \quad (1)$$

Зависимость  $\mu(T)$  приведена на рис. 1. Величина  $\omega_K$  в наших опытах лежала вблизи 2,6 МГц. Заметим, что полученное нами значение  $\mu$  много меньше значений, приведенных в работах [2, 3], хотя общий вид кривой  $\mu(T)$  у нас и в работе [3] совпадает. Кроме сердечников из чистого  $\text{CdCr}_2\text{Se}_4$  исследовались сердечники из  $\text{CdCr}_2\text{Se}_4$ , легированного Ga в количестве до 1 ат.%. Общий вид кривых  $\mu(T)$  при этом сохраняется, но максимальное значение  $\mu$  падает при легировании. Температура Кюри сколько-нибудь заметно при легировании не меняется.

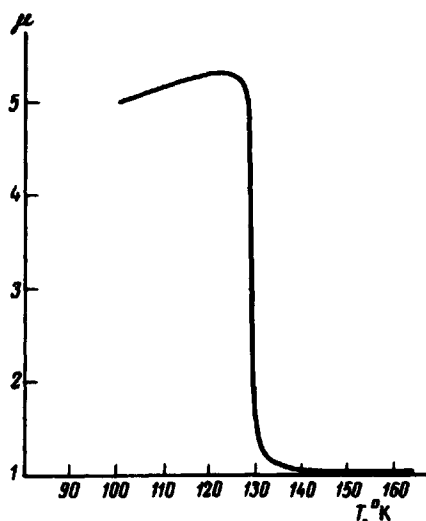


Рис. 1. Зависимость относительной высокочастотной магнитной проницаемости от температуры. В интервале температур от комнатной до 180°K  $\mu$  практически не меняется

При освещении сердечника через монохроматор ДМР-4 наблюдается уменьшение величины  $\mu$ . Величина этого эффекта меньше, чем в работе [1] и зависит от степени легирования. Для материала с 1% Ga  $\Delta\mu/\mu \approx 10^{-4}$ , а для чистого материала — примерно на порядок меньше. Источником света в этих экспериментах служила лампа мощностью 100 вт, а щели ДМР-4 были максимально открыты.

Спектральная характеристика ФФЭ приведена на рис. 2. Ее форма не меняется при легировании.

Для того, чтобы определить временные характеристики ФФЭ была измерена величина сдвига частоты контура при освещении образца из легированного  $\text{CdCr}_2\text{Se}_4$  лампой-вспышкой с временем свечения

около 20 мсек. Оказалось, что сдвиг частоты следует за освещенностью и тем самым наблюдаемый нами эффект не обладает большой инерционностью, как это имеет место в работе [2].

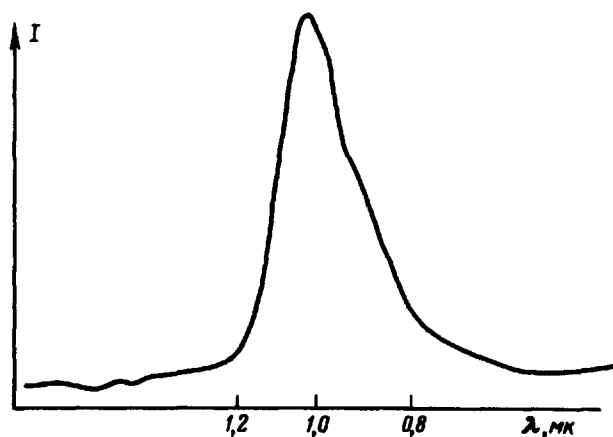


Рис. 2. Спектральная характеристика фотоферромагнитного эффекта в  $\text{CdCr}_2\text{Se}_4$ . Прибор ДМР-4, щели шириной 1,5 мм, осветитель ОИ-24. Температура 77°К

Наиболее вероятной причиной ФФЭ эффекта в  $\text{CdCr}_2\text{Se}_4$  может быть образование иона  $\text{Cr}_2^{2+}$  из иона  $\text{Cr}^{3+}$  за счет ионизации атомов Ga. При этом ионы  $\text{Cr}^{2+}$  образуют подрешетку с магнитным моментом, направленным противоположно моменту решетки из ионов  $\text{Cr}^{3+}$ , что и приводит к уменьшению суммарного момента [4].

Авторы выражают глубокую признательность А.М.Прохорову за ряд ценных советов и замечаний, и благодарят Т.А.Емельянову, В.С.Коржавина и В.П.Сальникову за помощь при проведении экспериментов.

Физический институт  
им. П.Н.Лебедева  
Академии наук СССР

Поступила в редакцию  
4 февраля 1972 г.

### Литература

- [ 1 ] А.А.Бердышев. ФТТ, 8, 1382, 1966.
- [ 2 ] W.Lems, P.I.Rijnierse, P.F.Bongers, U. Enz. Phys. Rev. Lett., 21, 1643, 1968.
- [ 3 ] С.Наас, А.М.И.Г.ван Рун, P.F.Bongers, W.Albers. Solid State Comm., 5, 657, 1967.
- [ 4 ] С.Наас. Critical Rev. Sol. State Science, 1, 47, 1970.