

## ВЛИЯНИЕ МОЩНОГО ИМПУЛЬСНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ НА ЭФФЕКТ ФАРАДЕЯ В ФЕРРОМАГНИТНОМ ПОЛУПРОВОДНИКЕ $\text{CdCr}_2\text{Se}_4$

*В.Г.Веселаго, С.Г.Рудов, М.А.Черников*

Экспериментально обнаружено существенное изменение величины фарадеевского вращения в ферромагнитном полупроводнике  $\text{CdCr}_2\text{Se}_4$  при увеличении мощности излучения.

В<sup>1</sup> сообщалось о сдвиге спектра фарадеевского вращения ферромагнитного полупроводника  $\text{CdCr}_2\text{Se}_4$  под действием непрерывной оптической накачки. Сдвиг спектра фарадеевского вращения соответствовал увеличению намагниченности, эквивалентному охлаждению образца на 5 К при интенсивности накачки  $1,6 \text{ Вт/см}^2$ . Увеличение намагниченности связывалось с косвенным обменом через фотовозбужденные электроны, высокая концентрация которых создается мощной оптической накачкой. В непрерывном режиме становится существенным нагрев кристалла, вызывающий уменьшение намагниченности. Поэтому фотомагнитные эффекты, связанные с косвенным обменом, должны значительно сильнее проявляться в неравновесных условиях при накачке короткими импульсами излучения. В настоящей работе экспериментально установлено, что при увеличении мощности импульсного излучения величина фарадеевского вращения в ферромагнитном полупроводнике  $\text{CdCr}_2\text{Se}_4$  значительно меняется. Одновременно, существенно меняется коэффициент поглощения циркулярно-поляризованного излучения.

В температурном интервале 20 – 140 К измерялся угол фарадеевского вращения излучения неодимового лазера ( $\lambda = 1,06 \text{ мкм}$ ) в режиме модулированной добротности (длительность импульса  $1,5 \cdot 10^{-8} \text{ с}$ , частота повторения 12 Гц) при различных уровнях интенсивности излучения. Ослабленное фильтрами излучение фокусировалось линзой на образец из  $\text{CdCr}_2\text{Se}_4$ , расположенный в оптическом прокачном криостате. Образец, вырезанный из монокристалла в виде плоскопараллельной пластины размером  $1,5 \times 1,5 \text{ мм}^2$  и толщиной 20 мкм, намагничивался до насыщения полем 4,8 кЭ.

Фарадеевское вращение значительно меняется при увеличении интенсивности излучения в температурном интервале 20 – 120 К. На рис. 1 приведена температурная зависимость фарадеевского вращения при различных плотностях мощности излучения, падавшего на образец. В интервале температур 60 – 90 К угол вращения меняется линейно от интенсивности излучения. Максимальное изменение угла фарадеевского вращения составляет  $1,6 \cdot 10^4 \text{ град/см}^2$  при  $T = 75 \text{ К}$  и плотности мощности излучения  $300 \text{ кВт/см}^2$ .

Время релаксации эффекта оценивалось по измерению угла фарадеевского вращения излучения лазера в режиме свободной генерации. В этом режиме импульсы генерации длительностью 1 мкс следуют через 2 – 3 мкс в течение практически всего времени существования импульса накачки (50 мкс). Типичная осциллограмма излучения в режиме свободной ге-

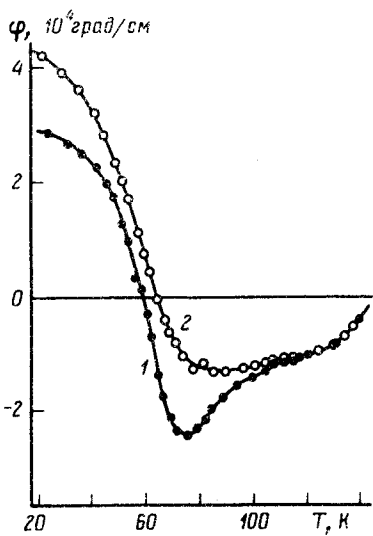


Рис. 1. Температурная зависимость удельного фарадеевского вращения при различной плотности мощности излучения: 1 – 300 кВт/см<sup>2</sup>, 2 – 3 кВт/см<sup>2</sup>

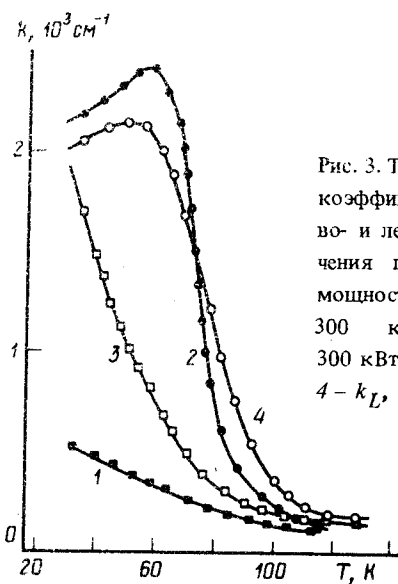


Рис. 3. Температурная зависимость коэффициентов поглощения право- и лево-поляризованного излучения при различной плотности мощности излучения: 1 –  $k_r$ , 300 кВт/см<sup>2</sup>; 2 –  $k_L$ , 300 кВт/см<sup>2</sup>; 3 –  $k_r$ , 3 кВт/см<sup>2</sup>; 4 –  $k_L$ , 3 кВт/см<sup>2</sup>

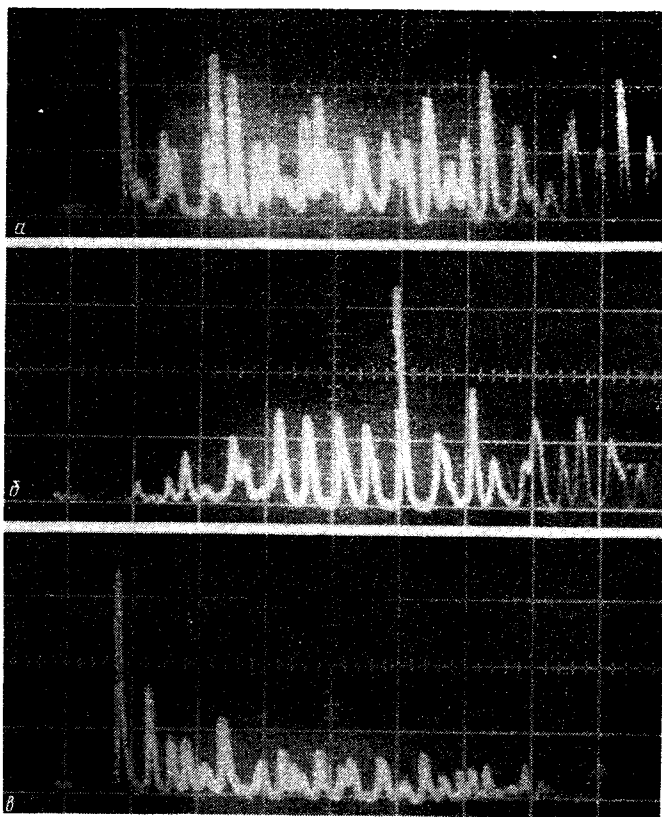


Рис. 2. Осциллограммы сигналов на фотоумножителе: а – излучение в режиме свободной генерации; б – анализатор в положении гашения излучения малой интенсивности; в – анализатор в положении гашения последних импульсов генерации

нерации приведена на рис. 2.а. На рис. 2, б приведена осциллограмма сигнала на фотоумножителе, когда анализатор установлен в положение гашения для излучения малой интенсивности. Амплитуда сигнала на фотоумножителе пропорциональна отклонению угла вращения от угла гашения анализатора. Отклонение угла фарадеевского вращения растет, причем существенный рост происходит уже после двух импульсов свободной генерации. Для срав-

нения, на рис. 2, в приведена осциллограмма сигнала, когда анализатор находится в положении гашения для последних импульсов генерации. Изменение угла фарадеевского вращения растёт от импульса к импульсу, следовательно время релаксации значительно превышает временной интервал между двумя соседними импульсами свободной генерации (3мкс).

Коэффициенты поглощения циркулярно-поляризованного излучения, связанные с фарадеевским вращением дисперсионными соотношениями, также существенно меняются при увеличении интенсивности излучения. На рис. 3 приведена температурная зависимость поглощения циркулярно-поляризованного излучения в температурном интервале 20 – 140 К при различных уровнях интенсивности излучения. Образец значительно просветляется правополяризованным излучением, особенно при низких температурах. Коэффициент поглощения левополяризованного излучения уменьшается для высоких мощностей при температуре 75 К и увеличивается при более низких температурах. Температурная зависимость коэффициента поглощения излучения и фарадеевского вращения в  $\text{CdCr}_2\text{Se}_4$  в некоторой степени эквивалентна спектральной вследствие, так называемого, красного сдвига края поглощения, составляющего приблизительно 1 нм/К, и даёт представление о спектрах поглощения и дисперсии фарадеевского вращения.

Зависимость коэффициента поглощения циркулярно-поляризованного излучения и угла фарадеевского вращения от плотности мощности излучения может быть следствием ряда причин. При плотности мощности излучения  $300 \text{ кВт/см}^2$  возможно насыщение поглощения, которое приводит к уменьшению как коэффициента поглощения, так и абсолютного значения фарадеевского вращения. Рост абсолютного значения фарадеевского вращения может быть связан с увеличением намагниченности за счёт косвенного обмена через фотовозбуждённые электроны. Увеличение намагниченности должно, вследствие "красного" сдвига, приводить к росту поглощения излучения. Выяснить, какой из механизмов приводит к наблюдаемым эффектам можно из аналогичных экспериментов, проведенных в достаточно широком диапазоне частот излучения и температур.

#### Литература

1. Dawies R.W. et al. Phys. Rev. Lett., 1983, 50, 1803.