

ЭФФЕКТ САМОИНДУЦИРОВАННОЙ ПРОЗРАЧНОСТИ ПРИ ДВУХКВАНТОВОМ РЕЗОНАНСНОМ ПОГЛОЩЕНИИ В НЕОДИМОВОМ СТЕКЛЕ

В.А. Гридин, В.В. Минасян, А.Н. Петровский

Зарегистрированы задержка и разбиение одиночного ультракороткого импульса неодимового лазера при прохождении через неодимовое стекло, охлажденное до температуры 4,6К.

Эффект самоиндуцированной прозрачности (СИП) в условиях двухквантового резонансного (ДКР) взаимодействия с двухуровневой средой состоит в том, что импульс света проходит через среду, не испытывая резонансного поглощения [1]. Для этого необходимо, чтобы

$$\tau < T_2', \quad \theta_0 \equiv \frac{|r|}{2\hbar} \int_{-\infty}^{+\infty} E^2(t) dt \geq 2\pi,$$

где τ и $E(t)$ — соответственно длительность и амплитуда электрического поля импульса света, T_2' — время необратимой поперечной релаксации, r — матричный элемент ДКР перехода. Из-за непрерывной перекачки энергии импульса в среду и обратно (за счет индуцированного переизлучения), скорость распространения импульса в среде уменьшается; он выходит из среды с некоторой задержкой. Если $\theta_0 \geq 2\pi n$ ($n > 1$), то возможно разбиение импульса на n 2π -импульсов [2].

Экспериментально СИП при ДКР изучался в полупроводниках, где наблюдалось аномально слабое поглощение и задержка импульса [3, 4].

Следует отметить, что теоретические расчеты [1, 2] проведены в пренебрежении неоднородным уширением верхнего уровня двухуровневой системы.

Уровни $^4I_{9/2}$ и $^4G_{7/2}$ иона неодима Nd^{3+} в стекле (рис. 1) представляют собой случай двухуровневой системы, когда верхний уровень $^4G_{7/2}$ неоднородно уширен [5]. Из результатов той же работы [5] можно заключить, что время T_2' для указанной системы уровней при температуре образца 80К не превышает 10^{-11} сек. Отсюда следует, что условие $\tau < T_2'$ можно реализовать только при более низких температурах образца и ультракоротких длительностях лазерного импульса.

Для наблюдения СИП в условиях ДКР использовалось излучение неодимового лазера, работающего в режиме самосинхронизации мод. Выделенный из цуга одиночный ультракороткий импульс делительной стеклянной пластинкой разделялся на две части: одна часть (контрольный импульс) сразу поступала на фотоэлектронный регистратор, другая — пройдя через образец из неодимового стекла. Образец находился в гелиевом криостате. Для увеличения интенсивности лазерного импульса криостат с образцом помещался в середине телескопа, составленного из двух линз с фокусными расстояниями $f_1 = f_2 = 1333$ мм. Оптичес-

кая схема юстировалась таким образом, что при комнатной температуре импульс, прошедший через образец, и контрольный импульс поступали на регистратор одновременно.

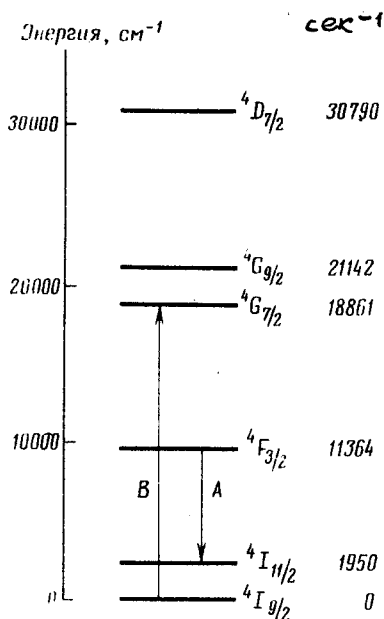


Рис. 1. Схема энергетических уровней Nd^{3+} в стекле: *A* — лазерный переход, *B* — исследуемый двухквантовый переход

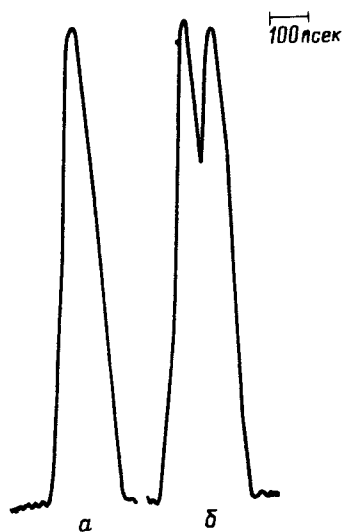


Рис. 2. Формы контрольного (*a*) и прошедшего через охлажденный образец (*б*) импульсов

При температуре образца 4,6К была зарегистрирована задержка импульса, прошедшего через образец, на время $\Delta t = 150$ псек. Измеренная задержка позволяет вычислить скорость распространения импульса в среде

$$v = \left(1 + \frac{c \Delta t}{nL}\right)^{-1} \frac{c}{n} \approx 0,9 \frac{c}{n},$$

где c — скорость света в вакууме, $n = 1,52$ — показатель преломления образца, $L = 300$ мм — длина образца.

При гелиевой температуре кроме задержки наблюдалось разбиение импульса, прошедшего через образец, на два субимпульса. На рис. 2 показаны результаты фотометрирования фэрограмм падающего и прошедшего через охлажденный образец импульсов. По коэффициенту ДКР поглощения, измеренному в работе [5], и его связи с величиной $|r|$ [1], можно оценить θ_0 . Оценка показывает, что $\theta_0 \approx 10 \approx 4\pi$, т. е. можно утверждать, что экспериментально наблюдается разбиение 4π -импульса на два 2π -импульса.

Зарегистрированные задержка и разбиение импульса при прохождении через образец, охлажденный до температуры 4,6К, однозначно определяют, что наблюдается когерентное взаимодействие лазерного излучения с веществом — явление СИП в условиях ДКР' поглощения.

Авторы благодарят Э.А.Манькина за постоянный интерес к работе.

Московский
инженерно-физический институт

Поступила в редакцию
27 июня 1978 г.

Литература

- [1] Э.М.Беленов, И.А.Полуэктов. ЖЭТФ, **56**, 1407, 1969.
 - [2] И.А.Полуэктов, Ю.М.Попов, В.С.Ройтберг. Квантовая электроника, **2**, 1147, 1975.
 - [3] Т.Л.Гварджаладзе, А.З.Грасюк, В.А.Коваленко. ЖЭТФ, **64**, 448, 1973.
 - [4] Д.И.Груев, В.С.Днепровский, Е.К.Силина. Квантовая электроника, **2**, 352, 1975.
 - [5] A.Penzkofer, W.Kaiser. Appl. Phys. Lett., **22**, 427, 1972.
-