

## ГЕНЕРАЦИЯ ВТОРОЙ ГАРМОНИКИ ПРИ ОТРАЖЕНИИ ОТ МОНОМОЛЕКУЛЯРНОГО ЛЕНГМЮРОВСКОГО СЛОЯ

О.А.Акципетров, Н.Н.Ахмедиев, Е.Д.Мишина, В.Р.Новак

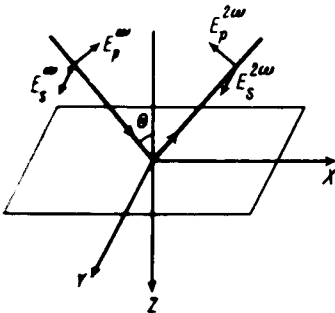
Впервые наблюдалась генерация второй гармоники при отражении света от мономолекулярного ленгмюровского слоя (МЛС). Измерена компонента тензора квадратичной восприимчивости  $\chi_{yuu}^{(2)} = 4,2 \cdot 10^{-8}$  СГСЭ МЛС нитрооктадецилазобензола.

Мономолекулярные ленгмюровские слои (МЛС) представляют интерес для оптоэлектроники, так как позволяют получать тонкопленочные структуры, обладающие заданными оптическими<sup>1</sup>, волноводно-оптическими<sup>2-4</sup>, пьезоэлектрическими<sup>5</sup> свойствами.

1. В работе впервые исследованы нелинейно-оптические свойства МЛС молекул 4-нитро-4'-N-октадецилазобензола (НАБ), осажденного на подложку из плавленного кварца. НАБ, структурная формула  $O_2N \langle \rangle N = N \langle \rangle N - HC_{18}H_{37}$ , относится к широкому классу химических соединений, молекулы которых содержат сопряженную донорно-акцепторную систему и обладают большими нелинейно-оптическими поляризуемостями<sup>6,7</sup>. Однако, кристаллы таких соединений часто оказываются centrosymmetricными, и их квадратичная нелинейная восприимчивость  $\chi^{(2)} = 0$ .

2. Для получения МЛС использовалась установка, подобная<sup>8</sup>. МЛС формировался на водной поверхности из раствора НАБ в бензоле. Перенос МЛС на подложку осуществлялся вытравливанием последней через границу раздела при одновременном сжатии участка поверхности, занятой НАБ. Поверхностная плотность молекул НАБ, рассчитанная по коэффициенту переноса, составляла  $\sim 3 \cdot 10^{14}$  см<sup>-2</sup>.

Генерация второй гармоники (ВГ) наблюдалась при отражении от МЛС излучения YAG: Nd<sup>3+</sup>-лазера с длиной волны  $\lambda = 1060$  нм, частотой повторения 12 Гц, длительностью импульса  $\tau \approx 15$  нс с энергией в импульсе 0,5 – 5 мДж. Излучение ВГ с  $\lambda = 530$  нм собиралось системой линз на входной щели монохроматора ДФС-24. На выходе монохроматора интенсивность ВГ измерялась системой регистрации, состоящей из ФЭУ-79 и амплитудно-цифрового преобразователя. Калибровка системы регистрации проводилась по интенсивности ВГ при отражении света от поверхности серебра, для которого  $\gamma = (I_{2\omega}/I_{\omega}^2)^{1/2} = 1,3 \cdot 10^{-9}$  СГСЭ<sup>9</sup>, где  $I_{2\omega}$ ,  $I_{\omega}$  – интенсивности ВГ и излучения накачки соответственно.



Геометрия эксперимента по генерации ВГ при отражении света от МЛС.  $Z = 0$  – плоскость ленгмюровской пленки,  $Y = 0$  – плоскость падения накачки,  $\theta = 45^\circ$  – угол падения накачки. Для s-поляризации вектор  $E$  перпендикулярен плоскости падения, для p-поляризации вектор  $E$  лежит в плоскости падения

3. Геометрия эксперимента представлена на рисунке. Плоскость подложки с МЛС совпадает с плоскостью  $Z = 0$ , плоскость падения излучения накачки с плоскостью  $Y = 0$ . Угол падения излучения накачки составлял  $45^\circ$ . Излучение ВГ собиралось под углом  $90^\circ$  к направлению накачки. Излучение накачки было линейно поляризовано, выбирались s- и p-поляризации. Для каждой поляризации накачки измерялась интенсивность s- и p-поляризованных излучений ВГ. При p-поляризации падающего излучения  $\gamma$  равна  $3,2 \cdot 10^{-9}$  СГСЭ и  $2,5 \cdot 10^{-9}$  СГСЭ для p- и s-поляризаций излучения ВГ соответственно. При s-поляризованной

накачке для  $p$ - и  $s$ -поляризаций  $\text{VI}'$   $\gamma$  равна  $0,9 \cdot 10^{-9}$  СГСЭ и  $3,1 \cdot 10^{-9}$  СГСЭ соответственно.

Пленки, полученные методом Ленгмюра – Блоджет, состоят из микрокристаллитов, в каждом из которых молекулы ориентированы параллельно друг другу под некоторым углом относительно нормали к плоскости пленки. Считается <sup>10</sup>, что из-за изотропного распределения ориентации микрокристаллитов по отношению к нормали, пленка обладает симметрией  $C_{\infty v}$  с осью бесконечного порядка, направленной вдоль нормали. Для МЛС такой симметрии  $s$ -поляризованная компонента излучения  $\text{VI}'$  должна отсутствовать при  $p$ - и  $s$ -поляризации накачки. Значительная величина интенсивности  $s$ -поляризованного излучения  $\text{VI}'$  позволяет сделать вывод об отсутствии симметрии  $C_{\infty v}$  у исследованных МЛС. По-видимому, микрокристаллиты имеют преимущественную ориентацию, связанную с направлением вытягивания или направлением сжатия монослоя при его формировании.

Проведенные измерения  $\gamma$  позволяют оценить величину произведения компоненты тензора квадратичной восприимчивости  $\chi_{yuy}^{(2)}$  на толщину ленгмюровского слоя  $d - \chi_{yuy}^{(2)} d \approx 8,4 \cdot 10^{-15}$  СГСЭ. Для наших МЛС  $d = 20 - 30 \text{ \AA}$ , и для квадратичной восприимчивости имеем  $\chi_{yuy}^{(2)} \approx (2,8 - 4,2) \cdot 10^{-8}$  СГСЭ. Квадратичная восприимчивость МЛС молекул НАБ имеет тот же порядок величины, что и в кристаллах ниобата лития.

Таким образом, нами показана возможность наблюдения нелинейно-оптических эффектов второго порядка в упорядоченных мономолекулярных слоях, конденсированных на твердой подложке методом Ленгмюра – Блоджет.

В заключение авторы благодарят Л.В.Келдыша, Д.Н.Клышко за полезные обсуждения и А.В.Петухова за помощь в проведении эксперимента.

#### Литература

1. Drexhage K.N. Progress in optics, 1974, N.Holland, p. 165.
2. Pitt C.W., Walpita L.M. Thin Sol. Films, 1980, 68, 101.
3. Самойленко А.Д., Новак В.Р., Самойленко В.Д. Микроэлектроника, 1979, 8, 274.
4. Ахмедиев Н.Н., Самойленко В.Д., Оптика и спектроскопия, 1979, 46, 127.
5. Блинов Л.М., Давыдова Н.Н., Лазарев В.В., Юдин С.Д. ФТТ, 1982, 24, 2686.
6. Ondar J.L. J.Chem. Phys., 1977, 67, 446.
7. Коренева Л.Г., Золин В.Ф., Давыдов Б.Л. Кн. Молекулярные кристаллы в нелинейной оптике. М Наука, 1975.
8. Kun M., Möbius D., Bücher M. In Tech. of Chemistry ed J.D.Waslager, N.J., 1973, p. 3.
9. Bloembergen N., Chang R.K., Jha S.S., Lee C.H. Phys. Rev., 1968, 174, 813.
10. Takenaga T., Nogsmly K., et al. J.Call. Interface Scie., 1971, 30, 395.