

## О ВОЗМОЖНОСТИ ОЦЕНКИ РАЗМЕРНОСТИ ОРГАНИЧЕСКИХ МОЛЕКУЛ В ПРОЗРАЧНЫХ РАСТВОРАХ ПО ИЗМЕРЕНИЯМ НЕЛИНЕЙНОГО ДРЕЙФА ЧАСТОТЫ ОТРАЖЕННОГО ПОЛЯ КОГЕРЕНТНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ

Скапцов А.С., Могилевич В.Н., Юревич Ю.В., Юревич В.А.  
Могилёвский государственный университет продовольствия  
г. Могилёв, Республика Беларусь

Известно, что связь строения вещества, пластичности и деформируемости электронных оболочек его структурных элементов с показателем преломления среды описывается функцией молекулярной рефракции. Классическая теория взаимодействия высокочастотного электромагнитного поля с веществом доказывает, что для напряжённости внешних полей по амплитуде значительно ниже величин внутримолекулярного поля (порядка  $10^5 \dots 10^6 \text{ В/см}$ ) рефракция в растворе прямо пропорциональна поляризуемости молекул. Датчики жидкостной хроматографии по изменению рефракции в этом масштабе явления способны регистрировать наличие в растворителе примесей. Размерность молекул при этом не идентифицируется.

Напряжённость лазерных полей оказывается сравнимым с внутримолекулярным полем, поэтому зондирование вещества излучением когерентных источников в частотной области оптического резонанса дипольных молекул способно привести к нелинейным эффектам в отклике среды. Нелинейная поляризуемость и её вклад в действительную часть диэлектрической проницаемости вещества (определяющую уровень рефракции света) резко возрастают. Органические красители в растворе обладают особого рода резонансной нелинейностью, связанной с различием поляризуемости активных молекул в основном и возбуждённом энергетических состояниях. Резонансное поглощение зондирующего поля приводит к нелинейной рефракции – показатель преломления  $\eta$  зависит от энергетического состояния среды, которая подвергается облучению лазерными импульсами, и приобретает добавку  $\Delta\eta$  (её величина определяется мощностью излучения). Для лазерного импульса, прошедшего и отражённого кюветой с раствором, характерен нелинейный дрейф частоты. Теоретическое описание процесса резонансного воздействия излучения на органический раствор возможно в рамках системы уравнений для классического поля и квантовомеханической реакции среды:

$$\left(\pm \frac{\partial}{\partial x} + \frac{\eta}{c} \frac{\partial}{\partial t}\right) E_{\pm} = -\kappa n(t) E_{\pm}, \quad \left(\pm \frac{\partial}{\partial x} + \frac{\eta}{c} \frac{\partial}{\partial t}\right) \varphi^{\pm} = 2\pi \frac{\omega_0}{c} N \Delta\alpha [n(t) - n_0],$$

$$\frac{\partial}{\partial t} n(t) = \frac{1}{\tau_1} \left[ n_0 - (1 + E_+^2 + E_-^2) n(t) \right], \quad \kappa = \frac{\mu^2 \omega_0 N}{3\epsilon_0 c \hbar} \tau_2.$$

Здесь  $E_{\pm}(x, t)$ ,  $\varphi^{\pm}(x, t)$  – квазистационарные амплитуды и фазы напряжённости встречных волн,  $n(t)$  и  $n_0$  – действующее и начальное значения вероятности заселённости уровней,  $\omega_0$  – частота резонанса,  $\mu$  – средний дипольный момент активных молекул,  $N$  – их концентрация,  $\tau_1$  и  $\tau_2$  – времена продольной и поперечной релаксации молекул,  $\Delta\alpha$  – разность (дефект) поляризуемостей в основном и возбуждённом состоянии молекулы.

Сразу отметим, что, судя по уравнениям, нелинейный сдвиг частоты отражённого поля должен выражаться производной фазовой переменной, например,  $d\varphi^-/dt$ , и пропорционален  $\Delta\alpha N$ . Таким образом, измерение амплитуды частотного дрейфа за время действия импульса даёт возможность характеризовать величину дефекта  $\Delta\alpha$  по известному параметру  $\mu$  (определяющему также измеримый коэффициент резонансного поглощения  $\kappa$ ) оценить размерность и степень деформации активных молекул.