

ОСНОВЫ СВЕТОМОДУЛЯЦИОННОГО МЕТОДА ОЦЕНКИ ПАРАМЕТРОВ СЛОИСТЫХ ОПТИЧЕСКИХ СТРУКТУР

Юревич Ю.В., Титов В.Л.

Могилёвский государственный университет продовольствия
г. Могилёв, Республика Беларусь

В оценке реальных параметров вещества, на атомарном или молекулярном уровне характеризующих его отклик на внешнее излучение, существует проблема измерения характеристик нелинейной реакции на возбуждение, таких как степень насыщения поглощения и сечение поглощения, а также времени релаксации структурных элементов после прекращения возбуждения. Определение этих параметров способно дать информацию об особенностях пространственного распределения молекул, форме и ориентации активных молекул как элементарных излучающих систем. Оптические светомодуляционные эффекты как основа приёмов диагностики физических свойств структурного состава вещества изучаются в связи с возможностью их применения для контроля параметров тонких слоёв вещества. Приёмы оптического контроля особо эффективны в случае применения зондирующего резонансного поля когерентного излучения. Тогда исключается действие тепловых или механических деструкционных механизмов, сопровождающих внешнее тестирование; поглощаемая энергия поля, и затем переизлучаемая, просто незначительно смещаются в соседний частотный диапазон.

В основу доклада положены результаты исследования динамики резонансного отражения излучения слоистой структурой, состоящую из двух тонких плёнок с различными временами релаксации состояний атомов и разными эффективными сечениями перехода. Для световой волны, нормально падающей на поверхность, последовательно учитывается отражение на границах раздела, при записи соотношений для квазистационарных амплитуд применяется приближение сверхтонкого слоя, учтена нелинейная реакция сред на резонансное излучение при его прохождении через плёнки.

Расчёт нелинейной реакции плёнок основывался на кинетических дифференциальных уравнениях, полученных в рамках полуклассического подхода к изучению взаимодействия излучения с веществом. Уравнения модифицированы в приближении балансно-вероятностного приближения, но при учёте фазовых эффектов, типичных для плотных резонансных сред. Отражение светового поля сопровождается самоиндуцированным дрейфом его частоты, обусловленным влиянием ближних полей диполей на положение центра спектральных линий поглощения, которое в обеих плёнках различно.

Численное моделирование позволило установить возможность нетривиального динамического эффекта. В первоначально непрерывном излучении способна развиваться самоиндуцированная неустойчивость, проявляющаяся, в том числе, в виде автоколебаний интенсивности отражённого поля. Контраст и период регулярных светомодуляционных структур в отражённом излучении зависит от сочетания основных релаксационных параметров плёнки, а также от уровня интенсивности зондирующего поля. Качественный анализ модели с использованием элементов теории математической устойчивости дал возможность примерной оценки пороговых характеристик эффекта по уровню возбуждающего поля, уровню резонансного поглощения и различия релаксационных параметров сред плёнок. Показано, например, что неустойчивость светового поля, отражаемого плёнками из органических материалов, может возникать в спектральной области, соответствующей экситонным переходам.