

временная динамика как ВГ, так и коэффициента линейного отражения (см. (1)) определяется фактором ослабления волны частоты ω .

Как видно из сравнения рис. 2 и 3, это поведение качественно соответствует экспериментальным результатам [1]. Более подробное сравнение теории с экспериментом приведено в табл. 2. Хорошее качествен-

Таблица 2
Сравнение теории с экспериментом [1]

Величина	Эксперимент	Теория
Время нарастания коэффициента отражения	≤ 10 нс	~ 5 нс
Время спада линейного отражения	~ 15 нс	~ 11 нс
Длительность фазы высокого отражения	~ 40 нс	~ 45 нс
Длительность спада ТВГ	~ 10 нс	~ 10 нс
Длительность нарастания ГВГ	≤ 15 нс	~ 11 нс

ное и количественное согласие результатов расплавной модели с экспериментом свидетельствует в пользу тепловой модели лазерного отжига.

Авторы признательны С. А. Ахманову и Н. И. Коротееву за полезные обсуждения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1] Ахманов С. А. и др. Квант. электроника, 1983, 10, с. 1077. [2] Бломберг Н. Нелинейная оптика. М.: Мир, 1966. [3] Борн М., Вольф Э. Основы оптики. М.: Наука, 1970. [4] Wood R. F., Giles G. E. Phys. Rev. B, 1981, 23, p. 2923.

Поступила в редакцию
03.09.84

УДК 535.37

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЛЮМИНЕСЦЕНТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК КРАСИТЕЛЕЙ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ СТРУКТУРНЫХ ОСОБЕННОСТЕЙ БИНАРНЫХ РАСТВОРИТЕЛЕЙ

Л. В. Левшин, А. М. Салецкий, В. И. Южаков

(кафедра общей физики для физического факультета)

Многие физико-химические свойства смесей растворителей, а также молекулярное строение их растворов нелинейно зависят от количественного соотношения их компонент. Так, рентгенографическими исследованиями установлено наличие структурных неоднородностей в бинарных смесях ряда соединений [1]. В [2] показано, что зависимости константы скорости спинового обмена от соотношения растворителей согласуются с представлениями о возможности микрорасплавления бинарных систем. Это предположение для ряда водных растворов неэлектролитов находится в согласии с термодинамическими расчетами энтальпий смешения [3], которые хорошо коррелируют с исследованиями структуры таких растворов методами колебательной спектроскопии [4]. При решении многих задач термодинамики жидкого состояния требуется определить критическую точку расслаивания бинарной смеси растворителей. Это определение выполняется с помощью измерения положения и ин-

тенсивности полос колебательных спектров [5], а также путем использования методов спектроскопии оптического смещения [6]. На существование различных структурных особенностей бинарных систем в зависимости от процентного содержания их компонент также указывают нелинейные акустические свойства смесей спиртов и воды [7]. Однако рассмотренные способы экспериментального определения структурных особенностей жидких систем довольно сложны и требуют значительных затрат времени даже при необходимости изучения лишь качественного хода изменения структуры бинарных смесей:

Вместе с тем известно, что молекулы красителей и других люминесцирующих соединений могут служить зондами при исследовании как структуры, так и функционирования различных биологических объектов. Это дает основание предполагать, что люминесцентные свойства молекул красителей должны отражать кинетику физико-химических превращений окружающей их среды. Действительно, изменение структуры растворителя оказывает существенное влияние на спектрально-люминесцентные характеристики растворенных в них различных люминофоров [8]. Структура растворителя в значительной степени оказывает влияние на положение максимумов спектра флуоресценции растворов красителей, выход их флуоресценции и фосфоресценции, а также на поляризационные характеристики их свечения. Все это дает основание применять красители в качестве зондов для исследования изменений физико-химических свойств бинарных растворителей.

С целью выяснения возможностей использования люминесцентных свойств молекул красителей для исследования структурных особенностей бинарных растворителей в работе были измерены некоторые ха-

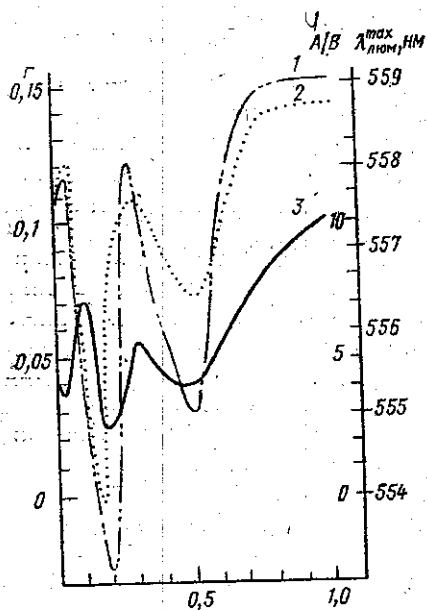


Рис. 1. Зависимости параметра нелинейности ультразвука A/B (3) (по работе [9]), положения максимума спектра люминесценции (1) и γ (2) родамина 6Ж ($C=5 \cdot 10^{-4}$ моль/л) от количества этиленгликоля в смеси этиленгликоль — вода (в мольных долях)

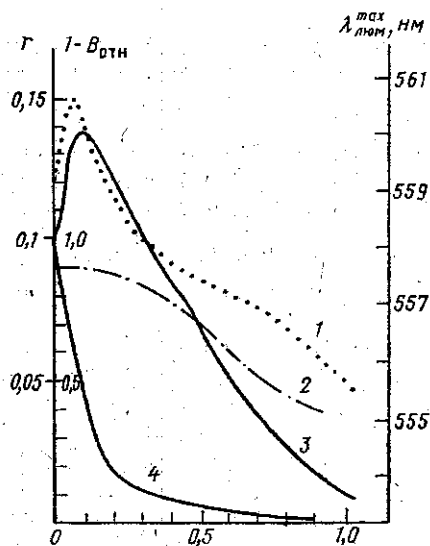


Рис. 2. Зависимости $\lambda_{\text{макс}}^{\text{люм}}$ (3), γ (1, 2) для родамина 6Ж ($C=5 \cdot 10^{-4}$ моль/л) и относительной интегральной интенсивности колебательной полосы ОД дейтерированного метилового спирта в смеси с CCl_4 (4) (полученной в [4]) от концентрации метанола (в мольных долях)

рактеристики их свечения для ряда соединений. В качестве бинарных систем использовались такие смеси, которые ранее изучались иными методами в работах других авторов. Спектрально-люминесцентные характеристики и поляризационные свойства исследуемых растворов красителей изучались на спектрофотометре «Specord M-40» и спектрофлуориметре «Hitachi MPF-4».

В [9] был исследован параметр нелинейности ультразвука водных растворов этиленгликоля. На рис. 1 показана его зависимость от концентрации этиленгликоля (кривая 3) при атмосферном давлении и температуре 20° С. На этом же рисунке приведены измеренные нами зависимости положения максимума спектра люминесценции родамина 6Ж ($C=5 \cdot 10^{-4}$ моль/л, кривая 1) и анизотропии его испускания r (кривая 2), измеренной в максимуме спектров флуоресценции, от процентного соотношения воды и этиленгликоля. В областях 0,15; 0,3 и 0,5 мольных долей этиленгликоля наблюдаются экстремальные значения $\lambda_{\text{макс}}^{\text{люм}}$ и r . Эти резкие изменения люминесцентных характеристик хорошо коррелируют с изменениями параметра нелинейности ультразвука, которые авторы [9] связывают с изменениями молекулярной структуры системы вода—этиленгликоль.

Подтверждением тому, что изменение таких характеристик люминесценции, как $\lambda_{\text{макс}}^{\text{люм}}$ и r растворенных красителей в бинарных растворителях, качественно указывает на изменение структурных особенностей этих смесей, служат данные, приведенные на рис. 2: зависимости $\lambda_{\text{макс}}^{\text{люм}}$ (кривая 3) и r (кривые 1, 2) для родамина 6Ж ($C=5 \cdot 10^{-4}$ моль/л) от содержания метилового спирта в смеси с CCl_4 . В таких бинарных растворителях при достаточно высокой концентрации красителей ($C \sim 10^{-4}$ моль/л) образуются ассоциаты их молекул, обладающие люминесцентной способностью [10].

В работе были получены две зависимости анизотропии испускания r (см. рис. 2): в максимуме люминесценции мономерных молекул родамина 6Ж ($\lambda_m=555$ нм) — кривая 2 и в полосе свечения ассоциатов этого красителя ($\lambda_a=620$ нм) — кривая 1. Из рис. 2 видно, что для мономерной формы молекул родамина 6Ж при увеличении содержания метанола до 10% максимум спектра люминесценции сдвигается до 3 нм в длинноволновую область (кривая 3). Дальнейшее повышение содержания метилового спирта в смеси приводит к коротковолновому сдвигу $\lambda_{\text{макс}}^{\text{люм}}$. Аналогичная зависимость наблюдается и у r в полосе люминесценции ассоциатов с $\lambda_a=620$ нм (кривая 1). Однако у r в полосе люминесценции мономеров родамина 6Ж зависимость от соотношения метилового спирта и CCl_4 выражена менее ярко (кривая 2). На рис. 2 приведена также зависимость относительной интегральной интенсивности колебания полосы ОД дейтерированного метилового спирта в смеси с CCl_4 , взятая из работы [4] и характеризующая изменение структуры бинарной смеси растворителей (кривая 4). Как видно из рис. 2, изменения спектрально-люминесцентных характеристик также хорошо коррелируют с изменением ИК-полос поглощения.

Аналогичные изменения спектрально-люминесцентных характеристик наблюдались нами и у других красителей (родамин В, эритрозин), растворенных в различных бинарных растворителях. Полученные результаты хорошо согласуются с имеющимися литературными данными об изменениях микроструктуры таких жидких систем в зависимости от количественного соотношения компонент смешиваемых растворителей.

Таким образом, проведенные опыты показывают, что спектрально-люминесцентные характеристики красителей, растворенных в смесях

бинарных растворителей, могут успешно использоваться для изучения структурных особенностей таких сложных систем. При этом для каждой конкретной системы следует подбирать определенный краситель, наиболее чувствительный к происходящим в ней изменениям. По-видимому, спектрально-люминесцентные характеристики красителей не всегда могут дать точные количественные результаты, однако они будут отражать качественный ход изменений, происходящих в структуре бинарной смеси растворителей.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1] Мохов Н. В., Кирш И. В. В кн.: Критические явления и флуктуации в растворах. Изд. АН СССР, М., 1960, с. 89. [2] Кокорин А. И., Замараев К. И. Журн. физ. химии, 1972, 46, с. 1853. [3] Наберухин Ю. И., Рогов В. А. Успехи химии, 1971, 40, с. 369. [4] Горбунов Б. З., Козлов В. С., Наберухин Ю. И. Журн. структ. химии, 1975, 16, с. 808. [5] Сибилов А. И., Брагинская Т. Г., Клубина В. В., Шмелев Г. Е. В кн.: Мат. X Всесоюз. совещ. по физике жидкостей. Самарканд, 1975, с. 192. [6] Казачков С. В. Автореф. канд. дис. М. (МГУ), 1983. [7] Лиснянский Л. И., Михайлов И. Г., Эшанов С. Э. Акуст. журн., 1974, 20, с. 67. [8] Бахшиев Н. Г. Спектроскопия межмолекулярных взаимодействий. Л.: Наука, 1972. [9] Эшанов С. Э., Муминова М. Ф., Михайлов И. Г. В кн.: Мат. X Всесоюз. совещ. по физике жидкостей. Самарканд, 1975, с. 73. [10] Южаков В. И., Абросимова Н. В. Журн. физ. химии, 1981, 55, с. 630.

Поступила в редакцию
11.12.84

ВЕСТН. МОСК. УН-ТА. СЕР. 3. ФИЗИКА. АСТРОНОМИЯ, 1985, Т. 26, № 4

АКУСТИКА И МОЛЕКУЛЯРНАЯ ФИЗИКА

УДК 534.26

О МЕХАНИЗМЕ ОСЦИЛЛЯЦИИ КОЭФФИЦИЕНТОВ ОТРАЖЕНИЯ И ПРОХОЖДЕНИЯ РЭЛЕЕВСКОЙ ВОЛНЫ В УПРУГОМ КЛИНЕ

В. Г. Можаяев, В. В. Крылов

(кафедра акустики)

Проблема отражения поверхностных волн Рэлея от ребра упругого клина имеет важное значение для ультразвуковой поверхностной дефектоскопии, сейсмологии и акустоэлектроники [1]. Несмотря на большое число работ (см. обзор [2]), точное решение этой задачи до сих пор не получено. Имеющиеся решения, основанные на использовании различных приближений теории возмущений [2—4], справедливы лишь для достаточно тупых клиньев и плохо описывают наблюдаемые в эксперименте многократные осцилляции коэффициентов отражения и прохождения рэлеевской волны в зависимости от угла раскрытия клина θ [1].

В настоящей работе предложена простая теория, которая достаточно хорошо описывает упомянутые осцилляции. В отличие от большинства существующих приближенных подходов, справедливых при $\theta \ll \pi$, предлагаемая теория исходит из другого предельного случая — $\theta \geq 0$. Клинь при этом рассматривается как совокупность двух связанных волноводов поверхностных волн, а падающая нормально ребру клина рэлеевская волна представляется в виде суммы симметричных и антисимметричных мод упомянутой системы связанных волноводов. Для достаточно острых клиньев этими модами являются низшие сим-