

## ИЗМЕРЕНИЕ КИНЕТИЧЕСКОЙ ПОДВИЖНОСТИ В РАССЛАИВАЮЩЕМСЯ РАСТВОРЕ С НИЖНЕЙ КРИТИЧЕСКОЙ ТОЧКОЙ

Н.П. Китаев, К.Ф. Шипилов, Т.А. Шмаонов

*Представлены результаты исследования концентрационных нелинейных свойств расслаивающегося раствора с нижней критической точкой (2-6-лутидин – вода). Данные экспериментов, проведенных с использованием оптического метода, позволили оценить пределы изменения кинетической подвижности раствора.*

В работах /1,2/ предложена и развита оптическая методика измерения кинетической подвижности  $L$  в расслаивающемся растворе. По результатам эксперимента /2/ впервые удалось оценить, независимо от других кинетических параметров, пределы изменения величины  $L$  по концентрационному самовоздействию лазерного излучения в расслаивающемся растворе с верхней критической точкой (нитрометан –  $n$ -амиловый спирт). Величина нелинейной рефракции определялась при измерении ширин поперечного распределения интенсивностей лазерного пучка после прохождения кюветы с исследуемым раствором.

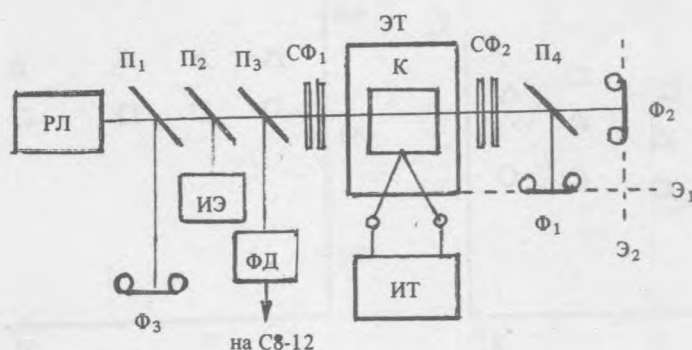


Рис. 1. Экспериментальная установка: РЛ – рубиновый лазер,  $П_{1-4}$  – делительные пластины,  $Ф_{1-3}$  – фотоаппараты, ИЭ – измеритель энергии, ФД – фотодиод, СФ<sub>1,2</sub> – светофильтры, ЭТ – термостат с электронной схемой управления, К – кювета с раствором, ИТ – мостовой измеритель температуры, Э<sub>1,2</sub> – плоскости измерения распределения интенсивности.

В данной работе описывается эксперимент, поставленный по аналогичной схеме с целью определения величины  $L$  в расслаивающемся растворе с нижней критической точкой. Схема используемой экспериментальной установки представлена на рис. 1. Излучение рубинового лазера, работающего в режиме свободной генерации (энергия импульса излучения  $E = 0,07$  Дж при длительности  $\tau \sim 10^{-3}$  с) проходило через кювету с расслаивающимся раствором 2-6-лутидина (0,06 мольных долей) в воде (раствор с нижней критической точкой). Лазер работал в режиме  $TEM_{00q}$ , при этом пространственное распределение интенсивности импульса излучения с хорошей степенью точности описывалось функцией Гаусса, что постоянно контролировалось в течение эксперимента. Измерение ширин поперечного распределения интенсивности прошедшего через раствор лазерного излучения осуществлялось в двух плоскостях после кюветы. По этим данным определялась расходимость лазерного пучка на выходе из раствора в зависимости от температуры раствора

и плотности энергии падающего пучка. Изменение плотности энергии падающего пучка лазерного излучения осуществлялось с помощью калиброванных нейтральных светофильтров. Температура раствора изменялась в диапазоне от 28 до 40 °С (критическая температура расслоения раствора  $T_p = 40,6$  °С) с помощью термостата с электронной схемой управления с мостовым измерителем температуры. Точность термостабилизации в указанном диапазоне была не хуже, чем  $\pm 10^{-3}$  °С. Однородность температурного поля в растворе обеспечивалась за счет выдержки кюветы с раствором в ячейке термостата (более 24 часов). Вдали от  $T_p$  однородность температурного поля контролировалась с помощью He-Ne лазера, пространственное распределение излучения которого свидетельствовало об отсутствии конвекционных потоков в растворе. Результаты предварительных исследований показали, что используемая в эксперименте кювета из-за несовершенства оптических окон представляет собой слабую положительную линзу с  $f \approx 480$  мм, что учитывалось при обработке полученных данных.

В сильном оптическом поле зафиксировано увеличение расходимости лазерного пучка, прошедшего через раствор, при возрастании энергии излучения и при приближении к  $T_p$  раствора. Полученные экспериментальные данные представлены на рис. 2.

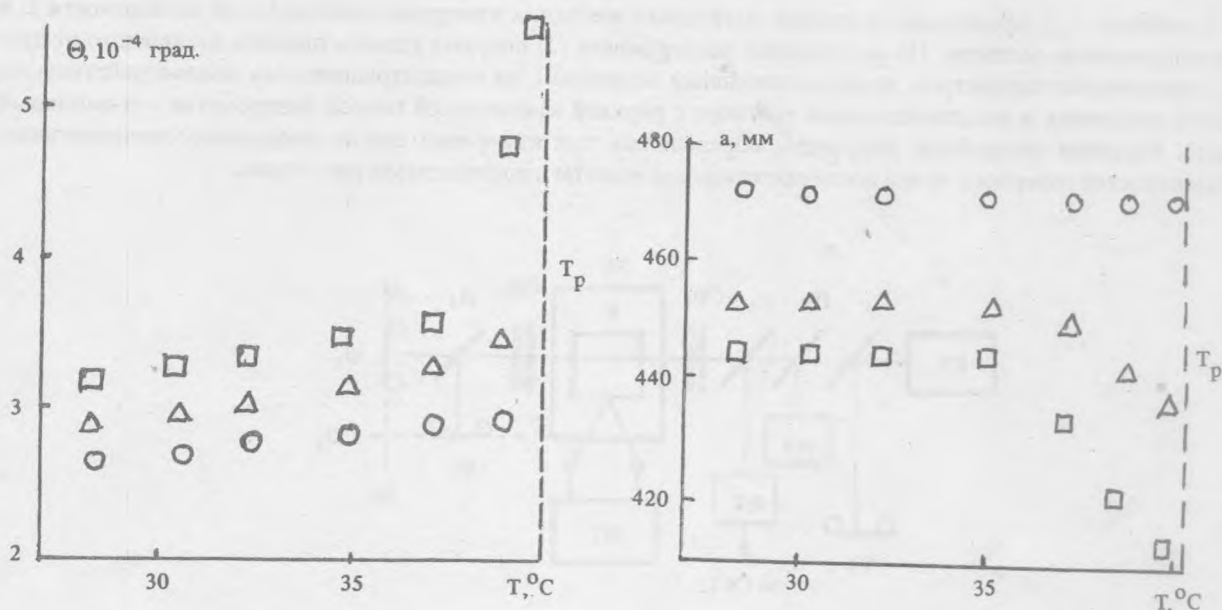


Рис. 2. Температурная зависимость расходимости  $\Theta$  лазерного пучка. Энергия лазерного импульса:  $E = 7 \cdot 10^{-2}$  Дж ( $\square$ );  $3,225 \cdot 10^{-2}$  Дж ( $\triangle$ );  $4,19 \cdot 10^{-3}$  Дж ( $\circ$ ).

Рис. 3. Температурная зависимость положения  $a$  результирующего фокуса лазерного пучка, прошедшего через кювету с раствором. Энергия лазерного импульса:  $7 \cdot 10^{-2}$  Дж ( $\square$ );  $3,225 \cdot 10^{-2}$  Дж ( $\triangle$ );  $4,19 \cdot 10^{-3}$  Дж ( $\circ$ ).

Обработка полученных результатов проводилась с использованием теории распространения лазерных пучков с гауссовым профилем  $/3/$ . По измеренным в двух плоскостях  $\mathcal{E}_1$  и  $\mathcal{E}_2$  ширинам поперечного распределения интенсивностей лазерного пучка определены размеры пятен в перетяжках и положение перетяжек относительно плоскостей, в которых проводились измерения. На рис. 3 приведена зависимость положения результирующего фокуса лазерного пучка, прошедшего через раствор, от температуры для различных значений плотности падающего пучка.

Из графиков видно, что вдали от  $T_p$  влияние нелинейности сводится к тому, что эффективное положение перетяжки отодвигается от выходного окна кюветы с раствором, что связано с возникновением в

растворе тепловой дефокусирующей линзы. При приближении к  $T_p$  ( $T > 34^\circ\text{C}$ ) начинает увеличиваться вклад всегда фокусирующего нелинейного концентрационного механизма /1/, что проявляется в уменьшении фокусного расстояния нелинейной линзы.

Оценка пределов изменения величины  $L$  проводилась с помощью теории концентрационной самофокусировки /1/. В расчетах были использованы следующие не критические параметры раствора 2-6-лутидин – вода /4/: показатель преломления  $n \approx 1,45$ , плотность раствора  $\rho \approx 1 \text{ г}\cdot\text{см}^{-3}$ . Величина  $\partial n/\partial c$  экспериментально не определена для исследуемого раствора, но в самом грубом приближении можно положить, что для расслаивающихся растворов, как и в /5/,  $\partial n/\partial c$  находится в пределах от 0,1 до 0,5.

Для указанных значений не критических параметров  $L(\partial n/\partial c)^2 = (0,754 - 3,54) \cdot 10^{-4} \text{ г}\cdot\text{см}^{-3}$  в диапазоне температур от 28 до  $39,5^\circ\text{C}$ , что достаточно хорошо согласуется с ранее полученной оценкой  $L$  для раствора с верхней критической точкой  $L(\partial n/\partial c)^2 = (0,4 - 1,6) \cdot 10^{-4} \text{ г}\cdot\text{см}^{-3}$  /2/.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Бункин Ф. В. и др. Письма в ЖЭТФ, **35**, 251 (1982).
2. Бункин Ф. В. и др. Письма в ЖЭТФ, **40**, 389 (1984).
3. Гончаренко А. М. Гауссовы пучки света. Минск, Наука и техника, 1977.
4. Краткая химическая энциклопедия. Советская энциклопедия, Москва, 1964, т. 3.
5. Вукс М. Ф. Электрические и оптические свойства молекул и конденсированных сред. Изд-во Ленинградского университета, Ленинград, 1984.

Институт общей физики  
АН СССР

Поступила в редакцию 6 июня 1986 г.