

АВТОКОЛЕБАНИЯ ТЕПЛОВОЙ ЛИНЗЫ В ТЕРМОХРОМНОЙ ЖИДКОСТИ

M.B. Васнецов

Экспериментально исследованы автоколебания тепловой линзы, возбуждаемые в тонком слое термохромной жидкости сфокусированным пучком непрерывного аргонового лазера.

В недавних сообщениях^{1,2} описано возникновение оптической бистабильности при нагреве лазерным пучком термохромной жидкости — смеси насыщенных водных растворов CuSO_4 и KBr . Безрезонаторная положительная обратная связь в этой системе обусловлена возрастанием поглощения жидкости с увеличением температуры. В настоящей работе впервые демонстрируется автоколебательный процесс, возникающий в термохромной жидкости под действием сфокусированного лазерного пучка и связанный с образованием тепловой линзы.

Различие в методике эксперимента заключалось в том, что в качестве исследуемой жидкости использовалась не смесь насыщенных растворов CuSO_4 и KBr , а раствор, насыщенный по отношению к обеим компонентам. При этом поглощение значительно возрастает, и составляет при комнатной температуре величину $\approx 33 \text{ cm}^{-1}$ на длине волны $\lambda = 0,488 \text{ мкм}$ излучения аргонового лазера. Вследствие высокого поглощения использовались тонкие слои раствора ($< 100 \text{ мкм}$).

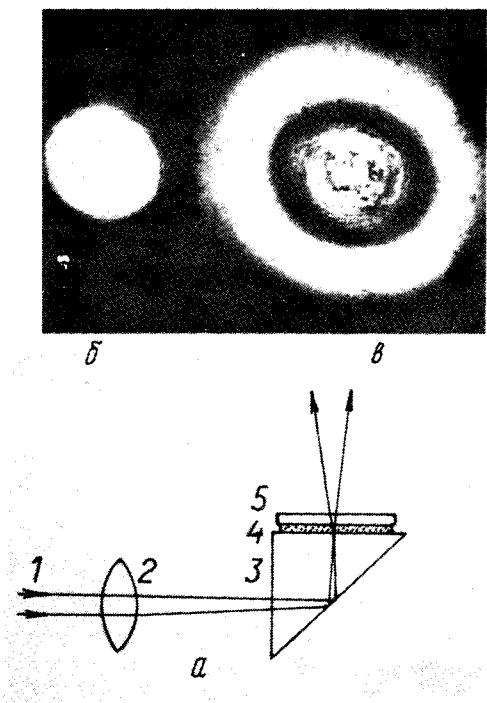


Рис. 1

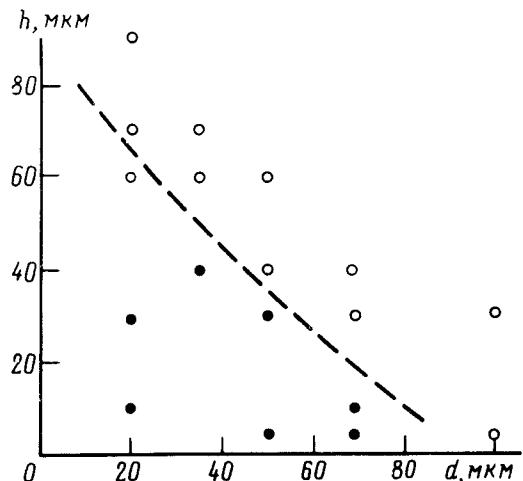


Рис. 2

Рис. 1. а – Схема эксперимента по исследованию автоколебаний тепловой линзы: 1 – пучок Ar^+ -лазера, 2 – фокусирующая линза, 3 – призма, 4 – слой жидкости, 5 – покровная пластина; б – проходящий пучок при минимальной тепловой линзе; в – при максимальной тепловой линзе

Рис. 2. Область существования автоколебаний на плоскости диаметр пучка (d) – толщина слоя (h). • – колебания обнаружены, ○ – колебания отсутствуют

Схема эксперимента представлена на рис. 1 a . Пучок излучения Ar^+ -лазера ($\lambda = 0,488 \text{ мкм}$) фокусировался через 90° -ю стеклянную призму в слой жидкости, находящийся на ее верхней грани. Сверху жидкость была закрыта покровной пластинкой толщиной 1 мм. Толщина слоя могла меняться от 4 до 100 мкм при использовании калиброванных прокладок. В ряде экспериментов после превышения определенного порога по мощности лазерного излучения ($\approx 40 \text{ мВт}$) в слое периодически возникала и исчезала тепловая линза, при этом проходящий пучок изменял свою структуру между состояниями b и v на рис. 1. Частота колебаний составляла несколько Гц. Режим автоколебаний имел также верхнюю границу по мощности возбуждения, после которой устанавливалась стационарная тепловая линза.

Для выяснения механизма обратной связи, вызывающей автоколебания, диаметр пучка в слое изменялся за счет использования линз с различными фокусными расстояниями. При диаметре пучка в каустике линзы 100 мкм, автоколебания не наблюдались при любых толщинах слоя. Реализовать режим автоколебаний не удавалось также для толщин слоя, превышающих 70 мкм, при любой фокусировке. Для меньших толщин и диаметров пучков область существования автоколебаний показана на рис. 2. Обнаруженная корреляция между толщиной слоя жидкости и диаметром пучка позволяет предположить, что причиной возникновения автоколебания является изменение размера области нагрева жидкости из-за деформации пучка тепловой линзой. Как показано в ², при нагреве термохромной жидкости лазерным пучком происходит скачкообразное изменение пропускания слоя. В нашем случае, однако, переход в "затемненное" состояние с большим поглощением сопровождается возникновением тепловой линзы, которая расфокусирует пучок. Вследствие уменьшения локального нагрева система возвращается в "просветленное" состояние, тепловая линза исчезает, и затем весь цикл повторяется.

Таким образом, отрицательная обратная связь в системе осуществляется за счет дефокусировки пучка, и вместо оптической бистабильности реализуется режим регенеративных пульсаций ³.

Автор благодарит В.Матеева (ЦЛОЗОИ БАН, София) за помощь в проведении эксперимента.

Литература

1. Шаффеев Г.А. Тез. докл. 13-й Международной конференции по когерентной и нелинейной оптике. Минск, 1988, часть IV, с. 36.
2. Шаффеев Г.А. Изв. АН СССР, сер. физ., 1989, 53, 563.
3. Гиббс Х. Оптическая бистабильность. М.:Мир, 1988.

Институт физики
Академии наук Украинской ССР

Поступила в редакцию
23 октября 1989 г.