

Проявление интерференции и эффекта Доплера при лазерном термокапиллярном улавливании пузырька в поглощающей жидкости

А.Д. Бутенко

Научный руководитель ст. преп. В.И. Лымарь

Кафедра физической оптики

В 1962 г. Г.А. Аскарьян показал, что мощный световой пучок способен оказывать сильное действие на заряженные и поляризующиеся частицы, теоретически предсказав явление самофокусировки света в нелинейно-оптической среде. Вскоре после этого А. Эшкин рассчитал, что сила светового давления, производимая лазерным пучком, достаточно велика для захвата, удержания и перемещения в различных средах нейтральных частиц микронных размеров. Он также осуществил успешную экспериментальную проверку своих расчетов.

В нашем докладе рассмотрено действие лазерной ловушки иного, диссипативного, термокапиллярного типа [1,2]. В отличие от упомянутого выше, в такой ловушке возможно «пленение» частиц с относительным показателем преломления меньше единицы, к примеру, газовых пузырьков. При этом открывается возможность своего рода «оптического менеджмента» параметрами газового пузырька: его размером, скоростью его роста либо «схлопывания», величиной его относительного показателя преломления, содержанием «внутренней атмосферы» пузырька и окружающей его среды.

Осуществление такого «менеджмента» становится возможным благодаря наблюдению интерференционных картин как в прошедшем, так и в отраженном свете. Как правило, распределение рассеянного светового поля на сферических частицах описывается в рамках теории рассеяния Ми [3]. Однако «грубую» структуру наблюдаемых в эксперименте картин нам удалось объяснить в рамках представлений о двухлучевой интерференции.

В большинстве случаев захваченный пучком газовый пузырек оказывается в сильно неравновесном состоянии, сопровождающемся ростом или уменьшением его диаметра. Это приводит к изменению угловых размеров интерференционных колец, что может рассматриваться как проявление эффекта Доплера, возникающего при отражении и прохождении света через движущуюся поверхность пузырька. В пределе нулевых углов отражения и преломления отношение доплеровских сдвигов частот равно $2/(n-1)$ [4], и экспериментальное измерение этого отношения позволяет определить значение показателя преломления n окружающей пузырек жидкости непосредственно в центре лазерного пучка.

[1] Р.Г. Яровая, Н.А. Макаровский, Н.А. Лупашко. ЖТФ, 58, 7,1375 (1988).

[2] V.Yu. Bazhenov, M.V. Vasnetsov, M.S. Soskin, V.B. Taranenko. Appl. Phys., B49, 485 (1989).

[3] К. Борен, Д. Хафмен. Поглощение и рассеяние света малыми частицами, Мир, М. (1986), 660 с.

[4] И.Е. Тамм. Основы теории электричества, Наука, М. (1989), 504 с.