

НАБЛЮДЕНИЕ САМОФОКУСИРОВКИ СВЕТА В ЖИДКОСТЯХ

Н.Ф.Пилипецкий, А.Р.Рустамов

В 1962 г. Г.А.Аскарьян [1] рассмотрел один из важных вопросов влияния луча интенсивной радиации на среду. Было показано, что воздействие интенсивного излучения может привести к перепаду свойств среды в луче и вне луча. Последнее обстоятельство создает условия для волноводного распространения луча, устраняя, тем самым, геометрическую и дифракционную расходимость. Это интересное явление автор назвал самофокусировкой электромагнитного луча.

В работе [2] показано, что воздействие сильного высокочастотного поля на плазму вызывает перераспределение концентрации электронов и ионов и тем самым приводит к образованию волноводного канала, поддерживаемого действием самого поля.

В недавней заметке [3] Гармайр, Таунс и Чао обсуждают возможность самофокусировки световых пучков, обусловленную тем, что преломление показателя преломления среды примерно квадратично зависит от амплитуды поля:

$$n = n_0 + n_2 E^2; \quad n_2 > 0. \quad (1)$$

Благодаря этому могут возникнуть условия, при которых излучение самофокусируется и распространяется в веществе внутри тонкого нитеобразного канала. В канале за счет поля самой волны показатель преломления оказывается больше, чем вне его, и свет не выходит из канала за счет явления полного внутреннего отражения.

В [3] получен интересный результат: самофокусировка может происходить лишь при мощности светового пучка выше пороговой. Оказалось, что диаметр канала зависит от превышения мощности над порогом и при малом превышении может быть весьма велик, а при значительном - порядка длины волны.

Схема, использованная нами для наблюдения самофокусировки света, представлена на рис. 1.

Лазер работал в режиме модуляции добротности и мощность его была порядка 20 Мвт. Линза с фокусным расстоянием 28 мм фокусировала излучение лазера в квету, заполненную различными органическими жидкостями. Наблюдение свечения производилось сбоку от кветы и с ее торца, противоположного линзе.

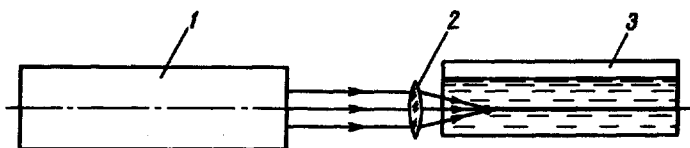


Рис. 1. Схема для наблюдения самофокусировки:
1 - лазер, 2 - линза, 3 - квета

Самософокусированное в узкую нить излучение лазера оставляло на фотобумаге, укрепленной с торца кветы, четкий след в виде точки. Картина свечения этой нити была сфотографирована аппаратом, установленным сбоку от кветы (рис. 2, см. вклейку).

Кветы заполнялись толуолом, циклогексаном, ортоксидом и четыреххлористым углеродом. При модуляции добротности явление самофокусировки света было обнаружено во всех четырех жидкостях. При работе лазера без модуляции добротности эффект исчезал, так как мощность излучения была ниже пороговой.

На основании этих предварительных данных следует отметить две особенности.

1. Самофокусировка может произойти до фокуса линзы и не обязательно по ее оси. При этом от общей энергии лазера лишь небольшая часть ($\sim 1\%$) может транспортироваться по возникающему каналу. Промедная мощность составляет, по грубым предварительным оценкам, 0,2 Мвт (ср. в [1] 0,25 Мвт для органических веществ).

2. Иногда возникает несколько нитей — две или три (рис. 3, см. вклейку).

Мы приносим глубокую благодарность Я.Б. и Б.Я.Зельдовичам за многочисленные, стимулирующие данный эксперимент, обсуждения. Авторы признательны С.Д.Гвоздоверу, Р.В.Хохлову за интерес к работе и поддержку. Кроме того, мы во многом обязаны А.И.Акимову и А.Щербаковой, которые предоставили нам киветы и вещества.

Московский государственный
университет
им. М.В.Ломоносова

Поступило в редакцию
31 мая 1965 г.

Литература

- [1] Г.А.Аскаръян. ЖЭТФ, 42, 1567, 1962.
- [2] В.И.Таланов. Изв. ВУЗов, Радиофизика, 7, 564, 1964.
- [3] R.Y. Chiao, E.Garmire, C.H.Townes. Phys. Rev. Lett., 13, 479, 1964.