

Численный расчет показывает полное совпадение коэффициентов H_{0x} и h_x , а также H_{0y} и h_y , если при вычислениях суммируется достаточно большое число членов рядов.

Отметим ограничения на геометрические размеры. Во-первых, при выводе использовалось условие $r_0 \ll l_x, l_y$; во-вторых, для того чтобы потенциал токового провода оставался практически постоянным на длине l_x , сопротивление контактирующего провода на этой длине должно быть значительно меньше переходного сопротивления $R_{\text{пм}}$ между проводом и исследуемым материалом; это накладывает ограничение на размер l_x для бруска $l_x \ll \ll R_{\text{пм}} \pi r_0^2 / \rho_{\text{п}}$, где $\rho_{\text{п}}$ — удельное сопротивление провода.

Литература

- [1] Montgomery H. C. // J. Appl. Phys. 1971. Vol. 42. N 7. P. 2971—2974.
- [2] Logan B. F., Rice S. O., Wick R. F. // J. Appl. Phys. 1971. Vol. 42. N 7. P. 2975—2978.
- [3] Журавский А. М. Справ. по эллиптическим функциям. М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1941. 235 с.
- [4] Ахиезер Н. И. Элементы теории эллиптических функций. М.: Наука, 1970. 304 с.
- [5] Лаврентьев М. А., Шабат Б. В. Методы теории функций комплексного переменного. М., 1958. 678 с.
- [6] Гольдштейн Л. Д., Зернов Н. В. Электромагнитные поля и волны. М.: Сов. радио, 1956. 639 с.
- [7] Шулер М., Гебелейн Х. Таблицы эллиптических функций. М., 1961. 250 с.

Отделение института
химической физики АН СССР
Черноголовка Московской обл.

Поступило в Редакцию
11 февраля 1987 г.
В окончательной редакции
5 апреля 1988 г.

ДИФРАКЦИЯ СВЕТА НА АКУСТИЧЕСКИХ ВОЛНАХ В ГАЗЕ

В. И. Загорельский, Д. О. Лапотко, О. Г. Мартыненко, Г. М. Пузлов

Результативное использование мощного лазерного излучения в различных устройствах и технологических процессах возможно при условии эффективного управления излучением (сканирования, модуляции, фазовой коррекции пучка) и чаще всего в режиме реального

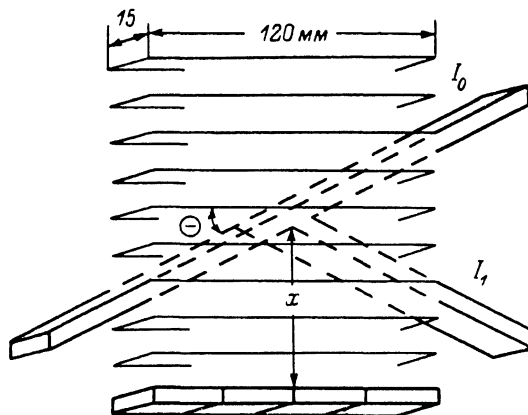


Рис. 1. Схема осуществления дифракции.

времени. Для потоков малой интенсивности такие задачи достаточно корректно решаются методами жидкостной и твердотельной акустооптики, которые позволяют осуществлять управляемое воздействие на интенсивность, фазу и направление распространения дифрагирующего света [1, 2]. В случае мощного излучения, воздействие которого на жидкости и твердые тела приводит к их тепловому разрушению, принципы акустооптики можно при-

менить, используя в качестве рабочей газовой среду. Однако вследствие низкого акустооптического качества газа (малости показателя преломления) и большого коэффициента поглощения звука для достижения эффективной дифракции в газе требуется звук большой интенсивности и относительно низкой частоты [3] (на высоких частотах акустические волны будут затухать в газе практически у поверхности излучателя).

С целью определения возможностей и границ применимости одного из газовых акустооптических методов управления излучением была предпринята попытка осуществить дифракцию в режиме Брэгга (в протяженном и относительно высокочастотном акустическом поле). При дифракции в данном режиме свет может дифрагировать только в одном направлении

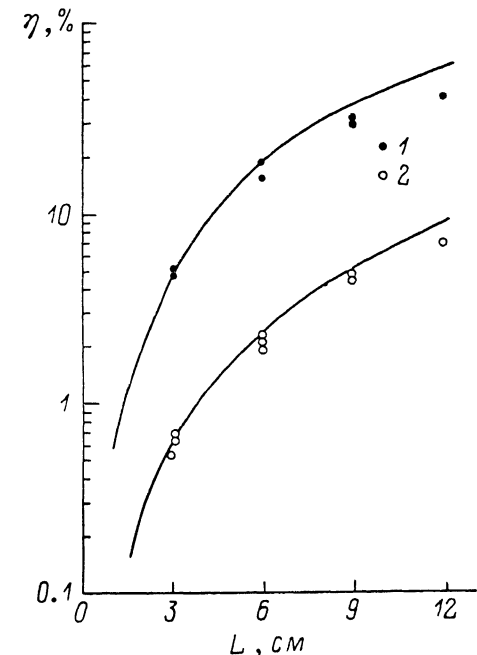
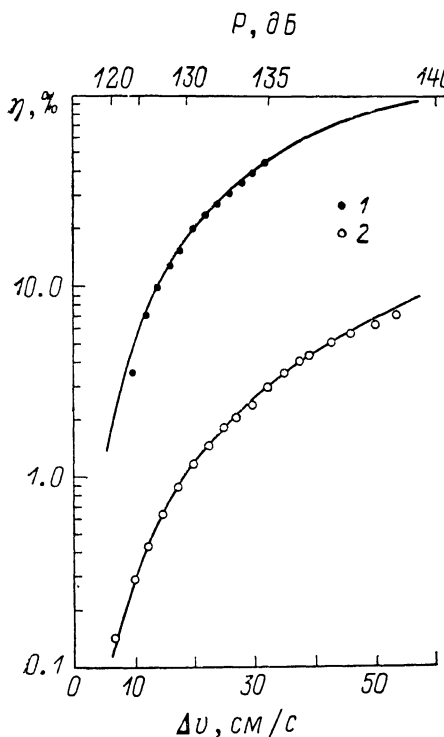


Рис. 2. Зависимость эффективности дифракции от интенсивности звука и амплитуды колебательной скорости.

Сплошная линия — расчет; 1 — в ксеноне, 2 — в воздухе.

Рис. 3. Зависимость эффективности дифракции от длины звукового поля.

Сплошная линия — расчет; 1, 2 — то же, что и на рис. 2.

(в один дифракционный максимум), что позволяет избежать потерь световой энергии вследствие многолучевой дифракции. В качестве рабочей среды выбраны воздух и ксенон при нормальном давлении.

Для излучения в газ мощных плоских акустических полей со значительной длиной фронта, которая требуется для достижения режима Брэгга, использован многоэлементный излучатель. Каждый элемент представляет собой плоскую прямоугольную пластину, изготовленную из пьезокерамического материала типа ПКР. Генерация звука осуществляется на основной толщинной моде на частоте 1 МГц. Излучатель запитывается сигналом напряжением до 500 В, что позволяет достичь в газе интенсивности звука до 140 дБ (0.01 Вт/см^2). Звук излучается в газ в импульсном режиме с длительностью импульса 1—1000 мс. Одна из целей эксперимента заключалась в выяснении допустимости использования излучателей, состоящих из отдельных элементов, для создания плоского однородного поля. В дифракционном эксперименте использовался лазерный пучок прямоугольного сечения с размерами $2 \times 15 \text{ мм}$ (рис. 1) и длиной волны 0.63 мкм. Мощность лазерного излучения (1—10 мВт) выбрана исходя из измерения дифракции.

Наблюдавшаяся дифракционная картина соответствовала брэгговской дифракции с одним максимумом под углами, соответствующими расчетным (1 и 2 мрад в воздухе и ксеноне).

На рис. 2—4 приведены основные количественные результаты, а также зависимости усредненной по вертикали эффективности дифракции

$$\eta = \frac{I_1}{I_0}$$

(I_0 — интенсивность падающего излучения, I_1 — интенсивность в 1-м дифракционном максимуме) от амплитуды колебательной скорости Δv и интенсивности звука P , длины звукового поля L и расстояния от излучателя до зоны акустооптического взаимодействия x . Теоретические кривые построены исходя из известного выражения, описывающего зависимость η от длины, интенсивности звука в строго брэгговском режиме [4].

Максимальные значения эффективности дифракции в воздухе и ксеноне равны 4 и 43 % соответственно.

Газовое дифракционное управляющее устройство характеризуется диаметром пучка и эффективностью дифракции. Поскольку диаметр лазерного пучка ограничен поглощением звука, то его увеличение возможно путем снижения частоты акустических волн. При этом требуется пропорциональное увеличение длины звукового поля для сохранения режима Брэгга. Эффективность дифракции в соответствии с теорией и приведенными результатами можно повышать за счет увеличения интенсивности звука, длины поля и показателя преломления газа. Однако нелинейные акустические эффекты, значительно увеличивающие поглощение, проявляются при значительно меньших интенсивностях звука по сравнению с необходимыми для эффективной дифракции [3]. Применение специального газа допустимо

не во всех случаях. Таким образом, повышение эффективности дифракции и диаметра пучка может быть достигнуто увеличением длины акустического поля. Полученные результаты свидетельствуют о возможности генерации протяженных полей и осуществления в них дифракции Брэгга при использовании многоэлементных излучателей. При увеличении количества излучающих элементов рост эффективности дифракции практически соответствует увеличению длины идеального плоского поля.

Дифракционные системы, основанные на многоэлементных излучателях звука могут использоваться также в режиме низкой эффективности дифракции для отклонения пучка с целью его диагностики.

Литература

- [1] *Магдич Л. Н., Молчанов В. Я.* Акустооптические устройства и их применение. М.: Сов. радио, 1978. 112 с.
- [2] *Гордон Д.* // ТИИЭР. 1966. Т. 54. № 10. С. 181—192.
- [3] *Лапотко Д. О., Пузлов Г. М.* Математические модели теории переноса в неоднородных и нелинейных средах с фазовыми превращениями. Минск, 1986. 80 с.
- [4] *Балацкий В. И., Парыгин В. Н., Чирков Л. Е.* Физические основы акустооптики. М.: Радио и связь, 1985. 280 с.

Институт тепло- и массообмена
им. А. В. Лыкова АН БССР
Минск

Поступило в Редакцию
11 ноября 1987 г.

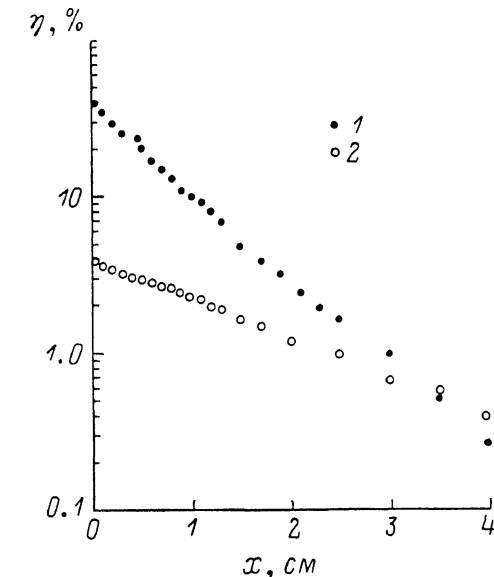


Рис. 4. Зависимость эффективности дифракции от расстояния между излучателем звука и зоной дифракции.

1, 2 — то же, что и на рис. 2.