

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ГАЗОДИНАМИЧЕСКОГО УСИЛЕНИЯ ЛАЗЕРНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ НА СМЕСИ $N_2O - N_2 - He$

Ю. И. Гринь, В. М. Поляков, В. Г. Тестов

Приводятся результаты измерения коэффициента усиления в ударно нагретой тройной смеси: 20% N_2O , 10% N_2 , 70% He при истечении через сопло на расстоянии 15 мм от среза. Максимальный коэффициент усиления составлял $1,15 \cdot 10^{-2} \text{ см}^{-1}$ при числе Маха 2,75.

При адиабатическом расширении через клиновидное сопло ударно нагретой смеси, состоящей из закиси азота, азота и гелия, обнаружено усиление инфракрасного излучения в диапазоне 10,9 мкм.

Предположение о возможности получения инверсной населенности по колебательным уровням, имеющим разные времена релаксации, при адиабатическом расширении газовой смеси, содержащей молекулярные газы и в частности $CO_2 - N_2$, $N_2O - N_2$ было высказано в [1 - 3].

Общие идеи построения газодинамических квантовых генераторов (ГКГ) были сформулированы в работах [4, 5]. К настоящему времени развита теоретическая модель ГКГ на смеси $CO_2 - N_2$ [2, 3, 6, 7] и проведено ее экспериментальное исследование [8 - 12].

В настоящей работе проводилось экспериментальное исследование усиления лазерного излучения, проходящего через сверхзвуковой молекулярный поток закиси азота. Истечение газа происходило через клиновидное сопло в ресивер (угол раскрыва сопла 30° , длина сверхзвуковой части 3,6 см, размер критического сечения $1,3 \times 90$ мм). При работе использовалась тройная смесь (20% N_2O , 10% N_2 , 70% He).

Смесь нагревалась в ударной трубе за отраженной ударной волной при числах Маха падающей волны $M = 2 \div 3,5$. Температура торможения составляла $1000 - 2200^\circ\text{K}$, давление торможения — $3 \div 12 \text{ атм}$. Камера низкого давления ударной трубы, имеющая диаметр 98 мм , отделялась от сопла алюминиевой диафрагмой. Давление в ресивере составляло 10^{-2} тор , а начальное давление исследуемой смеси 150 тор , т.е. истечение газа происходило без противодействия.

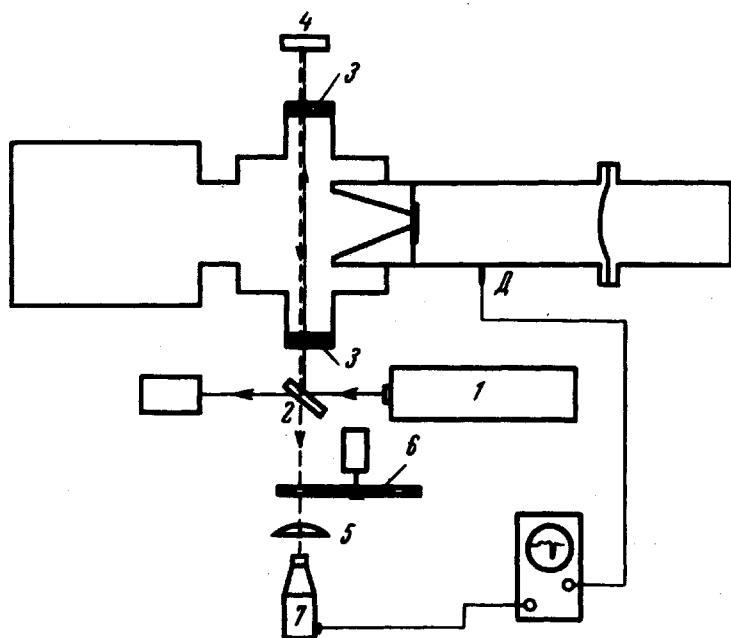


Рис. 1

На рис. 1 представлена двухпроходная схема измерения коэффициента усиления: 1 — проточный электроразрядный N_2O -лазер непрерывного действия, 2 — полупрозрачное кремниевое зеркало, 3 — окно из KCl , 4 — плоское поворотное зеркало, 5 — фокусирующая линза, 6 — obtюратор для модуляции луча лазера, 7 — приемник ($\text{Ge} - \text{Au}$). Сигнал с приемника подавался на осциллограф С1-37, который запускался синхронизирующим датчиком Д. Зондирующий луч одномодового N_2O -лазера направлялся параллельно большому размеру критического сечения и проходил на расстоянии 15 см от среза сопла.

На рис. 2 представлена типичная осциллограмма ($M = 2,7$) записи сигнала, полученного при прохождении лазерного излучения через сверхзвуковую струю. Лазер N_2O работал на переходе $00^01 - 10^00$. Смещение луча вверх относительно начальной линии развертки соответствует усилению, вниз — поглощению. С помощью obtюратора (в интервале Δt) по перекрытию лазерного луча регистрировалось положение нуля и определялась интенсивность падающего излучения I_0 . По измеренному приращению интенсивности прошедшего сигнала определялся коэффициент усиления $k = \Delta I / I_0$.

На рис. 3 представлена зависимость коэффициента усиления от температуры торможения. Максимальное значение составляет порядка 21% ($1,15 \cdot 10^{-2} \text{ см}^{-1}$) при $T_0 \sim 1500^\circ\text{K}$. Точность измерения коэффициента усиления составляла $2,5\%$.

При повышении температуры от 1000 до 1500° возрастает разность заселенностей асимметричного валентного и деформационного колебаний и происходит увеличение коэффициента усиления. При дальнейшем росте температуры наблюдается спад коэффициента усиления. Этот спад вероятно обусловлен тем, что при этих температурах нижний лазерный уровень начинает заселяться быстрее чем верхний, а так же увеличение степени диссоциации молекул N_2O .

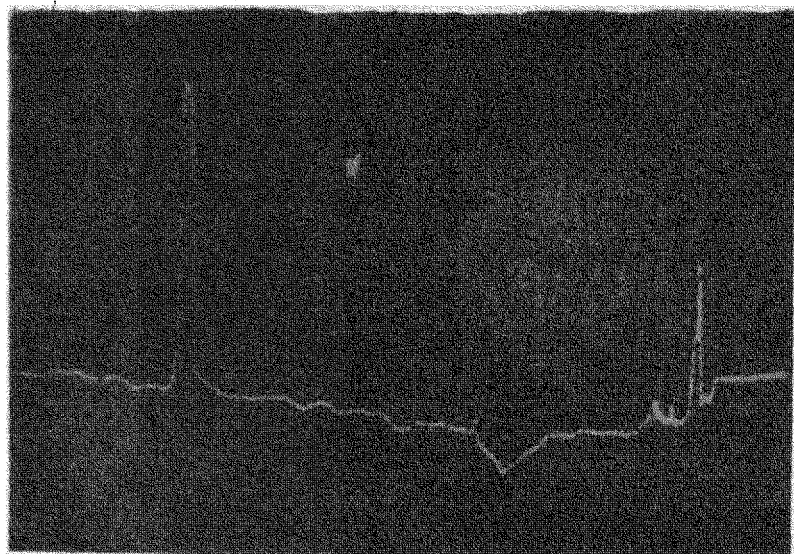


Рис. 2

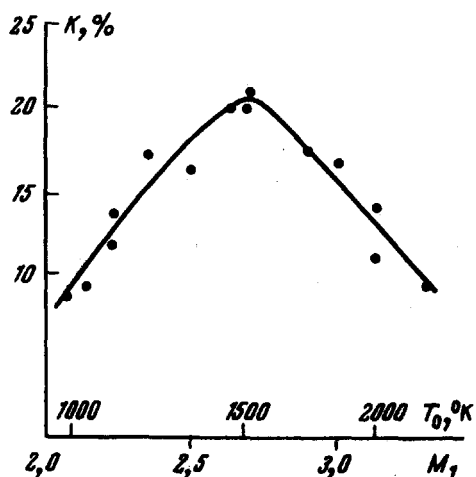


Рис. 3

Результаты исследований показывают, что в газодинамическом режиме на молекулах N_2O можно получить такое же усиление, как на молекулах CO_2 , составляющее по теоретическим [13] и экспериментальным [10] оценкам $\sim 1 \cdot 10^{-2} \text{ см}^{-1}$.

Институт радиотехники
и электроники
Академии наук СССР

Поступила в редакцию
16 июля 1973 г.

Литература

- [1] В.К.Конюхов, А.М.Прохоров. Авторское свидетельство № 223954 приоритет 19.11.1966, Б.И. № 25, 1968.
 - [2] В.К.Конюхов, А.М.Прохоров. Письма в ЖЭТФ, 3, 436, 1966.
 - [3] Н.Г.Басов, А.Н.Ораевский, В.А.Шеглов. ЖТФ, 37, 339, 1967.
 - [4] Н.Г.Басов, А.Н.Ораевский. ЖЭТФ, 44, 1742, 1963.
 - [5] A.Hertzberg, I.R.Hurle. Bull. Am. Phys. Soc., 9, 582, 1964.
 - [6] Н.Г.Басов, В.Михайлов, А.Н.Ораевский, В.А.Шеглов. ЖТФ, 38, 2031, 1968.
 - [7] А.С.Бирюков, Б.Ф.Гордиец, Л.А.Шелепин. ЖЭТФ, 57, 585, 1969.
 - [8] В.К.Конюхов, И.В.Матросов, А.М.Прохоров, Д.Т.Шалунов, Н.Н.Широков. Письма в ЖЭТФ, 10, 84, 1969.
 - [9] D.M.Kuchn, D.J.Monson. Appl. Phys. Lett., 16, 48, 1970.
 - [10] А.П.Дронов, Е.М.Кудрявцев, Н.Н.Соболев, А.С.Дьяков. Письма в ЖЭТФ, 11, 516, 1970.
 - [11] В.К.Конюхов, И.В.Матросов, А.М.Прохоров, Д.Т.Шалунов, Н.Н.Широков. Письма в ЖЭТФ, 12, 461, 1970.
 - [12] Г.В.Гембаржевский, Н.А.Генералов, Г.И.Козлов, Д.И.Ройтенбург. ЖЭТФ, 62, 844, 1972.
 - [13] R.McLeary. IEEE. J. QE, 8, 716, 1972.
-