

Письма в ЖЭТФ, том 16, вып. 11, стр. 592 – 594.

5 декабря 1972 г.

ГАЗОВЫЕ ЛАЗЕРЫ СУБМИЛЛИМЕТРОВОГО ДИАПАЗОНА С НАКАЧКОЙ ИЗЛУЧЕНИЕМ CO_2 -ЛАЗЕРА

С. Ф. Дюбко, В. А. Свич, Л. Д. Фесенко

С появлением эффективных, дискретно перестраиваемых лазеров на CO_2 , N_2O и CO появилась возможность использования их в качестве источников накачки газовых лазеров на тяжелых молекулах с целью получения генерации в субмиллиметровом диапазоне. За рубежом опубликованы работы о реализации этой идеи на молекулах CH_3F , CH_3OH , $\text{C}_2\text{H}_3\text{Cl}$, NH_3 , CH_3CN и CH_3CCH [1 – 4]. Неоспоримым преимуществом субмиллиметровых лазеров нового типа перед известными лазерами на H_2O , HCN , SO_2 с возбуждением электрическим разрядом является возможность работы в отпаянном режиме, значи-

тельно большие КПД и большое число линий генерации, перекрывающих весь субмиллиметровый диапазон и часть миллиметрового.

В этой работе мы сообщаем о впервые наблюдаемом лазерном эффекте в субмиллиметровом диапазоне на молекулах $C_2H_2F_2$ (1,1 дифторэтилен), CH_2CHCN (винилцианид) и CH_3NH_2 (метиламин), возбуждаемых излучением CO_2 -лазера.

Экспериментальная установка состоит из перестраиваемого CO_2 -лазера, субмиллиметрового лазера, индикаторов излучения и измерительной аппаратуры. CO_2 -лазер имеет длину 1,3 м и диаметр разрядной трубки 18 мм. Одно из зеркал резонатора – глухое, другим зеркалом служит эшелетт (75 линий на 1 мм), обеспечивающий перестройку частоты лазера по P и R ветвям переходов $00^0_1 - 02^0_0$ и $00^0_1 - 10^0_0$ молекулы CO_2 . Лазер работает в режиме непрерывной генерации. Развязка выходной мощности осуществляется по нулевому дифракционному максимуму. Уровень мощности во всем диапазоне перестройки изменяется от 4 до 10 мВт. Плавная перестройка CO_2 -лазера в пределах линии генерации осуществляется поступательным перемещением глухого зеркала. Часть выходной мощности лазера ответвляется для контроля частоты и уровня мощности, а остальная часть вводится в резонансную полость субмиллиметрового лазера. Субмиллиметровый лазер имеет длину 1,2 м и диаметр трубки 56 мм. Резонатор образован медными зеркалами с радиусом кривизны 2 м. Одно из зеркал лазера имеет входное отверстие диаметром 1,5 мм, второе зеркало имеет выходное отверстие диаметром 4 мм. Входное окно субмиллиметрового лазера выполнено из кристалла NaCl, выходное – из кристаллического кварца, отсекающего излучение в области 10 мкм. Субмиллиметровый лазер может работать как в проточном, так и в "отпаянном" режиме. Для индикации субмиллиметрового излучения использовался точечно-контактный детектор на паре бериллиевая бронза – InSb [5] и пироэлектрический детектор. Длина волны субмиллиметрового излучения измерялась интерферометром Майкельсона с точностью $\pm 2 \cdot 10^{-3}$. Мощность измерялась калориметром, а поляризация – одномерной проволочной решеткой с шагом 40 мкм. Результаты эксперимента представлены в таблице.

Поляризация субмиллиметрового излучения указана относительно поляризации луча CO_2 -лазера. Из таблицы видно, что на одном и том же рабочем переходе CO_2 -лазера может быть получено несколько различных волн субмиллиметрового диапазона. В этом случае каждой такой волне соответствует своя настройка субмиллиметрового лазера и CO_2 -лазера в пределах контура перехода. Возможна также генерация двух и большего числа субмиллиметровых волн при фиксированной настройке CO_2 -лазера и индивидуальной настройке субмиллиметрового лазера.

Генерация на всех субмиллиметровых линиях наблюдалась в непрерывном режиме. Мощность субмиллиметрового излучения на каждой отдельной линии не оптимизировалась. Свойства резонатора лазера заметно ухудшались в диапазоне волн вблизи 1 мкм. Однако видно, что по уровням выходной мощности субмиллиметровые лазеры с оптической накачкой не уступают лазерам с электрическим разрядом, а по КПД, габаритам, числу линий генерации и частоте спектра намного превосходят.

Рабочая молекула	λ субмиллиметрового излучения мм	P субмиллиметрового излучения мвт	λ CO ₂ -лазера мм	Относит. поляризация	Давление паров мм рт.ст.
C ₂ H ₂ F ₂	288,5	0,30	10,513	11	3 · 10 ⁻¹
	375,0	1,60	10,513	11	3 · 10 ⁻¹
	458,0	0,20	10,695	11	1,5 · 10 ⁻¹
	464,3	0,30	10,245	11	2,5 · 10 ⁻¹
	554,4	3,00	10,532	⊥	8 · 10 ⁻²
	663,3	0,20	10,632	11	1,5 · 10 ⁻¹
	890,0	0,30	10,611	11	1 · 10 ⁻¹
	890,1	0,20	10,611	11	1 · 10 ⁻¹
	990,0	0,20	10,611	11	1 · 10 ⁻¹
CH ₂ CHCN	586,6	0,32	10,591	11	1,5 · 10 ⁻¹
	584,0	0,06	10,513	⊥	1 · 10 ⁻¹
	574,4	0,30	10,274	⊥	2,5 · 10 ⁻¹
	550,0	0,06	10,532	11	1,5 · 10 ⁻¹
CH ₃ NH ₂	270,6	0,06	10,653	⊥	1 · 10 ⁻¹
	251,3	0,30	9,585	11	4 · 10 ⁻¹
	218,0	1,00	9,585	11	4 · 10 ⁻¹
	198,0	1,00	9,585	11	4 · 10 ⁻¹
	148,5	10,00	9,585	⊥	4 · 10 ⁻¹

Авторы признательны Ю.Н.Петрову, Б.И.Макаренко и М.Н.Ефименко за помощь в создании экспериментальной установки.

Харьковский
государственный университет
им. А.М.Горького

Поступила в редакцию
24 октября 1972 г.

Литература

- [1] T.Y.Chang, T.I.Bridges. Opt. Comm. 1, 423, 1970.
- [2] T.Y.Chang, T.I.Bridges, E.J.Burkhardt. Appl. Phys. Lett., 17, 249, 1970.
- [3] T.Y.Chang, T.I.Bridges, E.J.Burkhardt. Appl. Phys. Lett., 17, 357, 1970.
- [4] T.Y.Chang, I.D.McLee. Appl. Phys. Lett., 19, 103, 1971.
- [5] С.Ф.Дюбко, М.Н.Ефименко. Письма в ЖЭТФ, 13, 531, 1971.