

Письма в ЖЭТФ, том 20, вып. 4, стр. 243 – 246 20 августа 1974 г.

ЛАЗЕРНАЯ УСТАНОВКА НА C_3F_7J С ЭНЕРГИЕЙ ИЗЛУЧЕНИЯ 20 дж

И ДЛИТЕЛЬНОСТЬЮ ИМПУЛЬСА 3,0 нсек

*В.А.Гайдаш, Г.А.Кириллов, С.Б.Корнер,
С.Г.Лалин, В.И.Шемкин, В.К.Шурыгин*

Исследованы возможности и перспективы применения оптических развязок в моноимпульсных иодных лазерах. На установке, состоящей из задающего генератора и однокаскадного усилителя с общим коэффициентом усиления для слабого сигнала $\sim 10^6$, получен импульс излучения длительностью 3 нсек с энергией 20 дж.

Исследования высокотемпературной плазмы, позволяющие уяснить перспективность лазерного пути осуществления термоядерного управляемого синтеза, требуют разработки мощных импульсных лазеров с энергией $\sim 10^4 + 10^5$ дж при длительности импульса излучения $\sim 10^{-9}$ сек

Установки на неодимовом стекле с энергией 10^3 дж наносекундного диапазона разработаны авторами [1, 2]. Дальнейшее увеличение энергии излучения таких установок связано с увеличением числа их элементов и объема неодимового стекла. С этой точки зрения опреде-

ленными преимуществами обладают лазеры с газовой рабочей средой, например, фотодиссоционные лазеры [3 - 6]. Такой лазер с мощностью излучения $\sim 10^9$ см, работающий на молекуле CF_3J , описан в [7].

Существенными проблемами в создании мощных импульсных лазеров являются получение импульсов малой длительности ($\tau_1 \sim 10^{-9}$ сек) и отыскание путей борьбы с самовозбуждением усилительных систем. В работе [7] удалось избежать самовозбуждения без применения развязывающих элементов между каскадами усилителя за счет применения специально разработанной системы накачки с длительностью $\sim 1 + 2$ мксек.

В настоящей работе изучались возможности создания фотодиссоционного квантового генератора с применением оптической развязки, позволяющей избежать самовозбуждения в системе с накачкой относительно большой длительности ($\tau_H \geq 10^{-5}$ сек). Применение развязывающих элементов позволяет увеличить число последовательных каскадов усилителя, а таким образом и выходную энергию системы.

Схема экспериментальной установки приведена на рис. 1.

Задающий генератор (ЗГ) с ячейкой Керра в резонаторе формирует импульс излучения длительностью $\sim 3,5$ нсек и фронтом нарастания $\sim 1,0$ нсек. Энергия излучения $\sim 0,4$ дж, давление $\text{C}_3\text{F}_7\text{J} \sim 100$ тор.

Электрический импульс, открывающий ячейку Керра, с напряжением ~ 50 кВ, формировался с помощью кабельного генератора. Время открытого состояния затвора τ_3 изменялось в пределах $30 + 40$ нсек. Характерный световой импульс на выходе ячейки Керра длительностью ~ 40 нсек изображен на рис. 2, а (1).

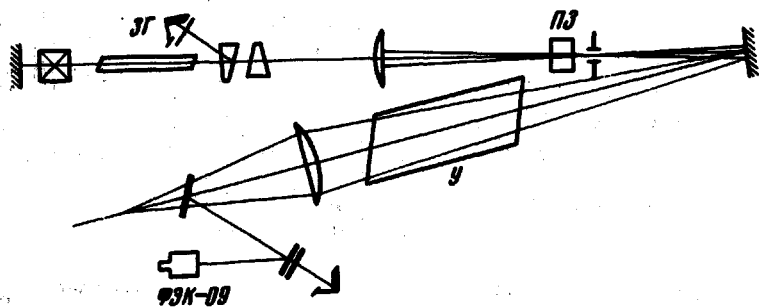


Рис. 1. Оптическая схема установки

При длине резонатора 1,5 м и времени открытия ячейки Керра 40 нсек задающий генератор формирует последовательность импульсов с интервалом $2L/c$, где L - оптическая длина пути (рис. 2, а (2)). Увеличение L приводит к соответствующему изменению временного интервала между импульсами (см. рис. 2, а (3)). Одиночный импульс с энергией 0,4 дж и длительностью 3,5 нсек получен при длине резонатора 2,5 м и времени раскрытия ячейки Керра 30 нсек (см. рис. 2, б (1)).

Формирование моноимпульса завершается при трех проходах световой волны через активную часть резонатора, благодаря высокому (~ 1000) коэффициенту усиления, и поэтому амплитуда моноимпульса оказывается весьма чувствительной к его изменениям.

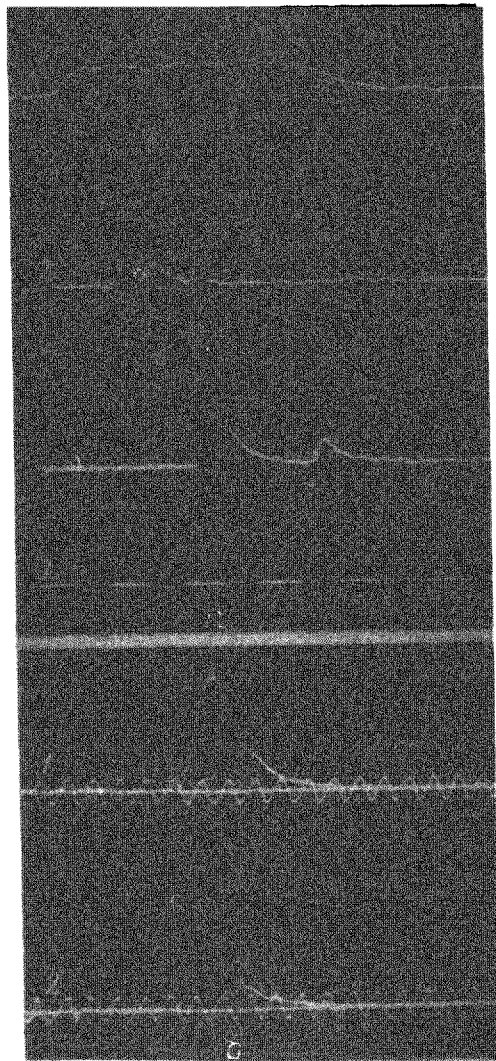


Рис. 2. Форма импульса излучения: *a* — $\tau_3 = 40$ нсек; метки времени 10 нсек; *б* — $\tau_3 = 30$ нсек; колебровочная частота 400 Мгц.

Имеющийся на спаде моноимпульса перегиб (см. рис. 2, *б*) возможно обусловлен релаксацией между подуровнями сверхтонкой структуры состояния ${}^2P_{1/2}$ атомарного иода. Это предположение согласуется с результатами расчетов скорости перемешивания подуровней состояния $5{}^2P_{1/2}$, выполненных в работе [8], (исходная концентрация возбужденных частиц в нашем случае $\sim 7,5 \cdot 10^{17} \text{ см}^{-3}$). При дальнейшем укорачивании длительности импульса следует ожидать уменьшения КПД усилителя на 30%, вследствие недостаточно быстрой релаксации между подуровнями состояния ${}^2P_{1/2}$ атомарного иода.

Сигнал задающего генератора через пассивный затвор (ПЗ) на атомарном иоде¹⁾ и диафрагму подается на вход усилителя (У) диаметром 9 см. Коэффициент усиления для слабого сигнала, достигаемый в усилителе, составляет $\sim 10^3$. В этих условиях, при давлении $C_3F_7J \sim 25$ тор и энергии входного сигнала 0,2 дж, на выходе усилителя получен моноимпульс с энергией излучения 12 дж. При рабочей смеси 25 тор C_3F_7J , 300 тор Хе и том же входном сигнале энергия излучения возросла до 20 дж. Это связано с увеличением запасенной энергии вследствие уширения линии люминесценции атомарного иода. Длительность импульса сокращается до 3 нсек (см. рис. 2, б (2)).

Устойчивая работа системы осуществляется, когда ослабление пассивного затвора составляет ~ 10 для сигнала плотностью $\sim 10^4$ вт/см².

Накачка кюветы задающего генератора и усилителя осуществлялась ксеноновыми лампами с длительностью токового импульса по основанию 20 и 100 мксек соответственно.

Таким образом, лазерные системы, работающие на атомарном иоде, обеспечивают формирование моноимпульсов с длительностью 3 нсек. Применение пассивного затвора на атомарном иоде в комбинации с диафрагмой позволяет развязать усилительную систему с полным коэффициентом усиления для слабого сигнала 10^6 .

Авторы выражают благодарность В.М.Муругову и В.И.Панкратову за разработку способа измерения длительности моноимпульса.

Поступила в редакцию
27 июня 1974 г.

Литература

- [1] Н.Г.Басов, О.Н.Крохин, Г.В.Склизков, С.И.Федотов, А.С.Шиканов. ЖЭТФ, 62, 1, 203, 1972.
- [2] М.П.Ванюков, А.В.Горланов, В.В.Любимов, И.Б.Орлова, В.Ф.Петров. Квантовая электроника, №4, 117, 1971.
- [3] С.Г.Раутиан, И.И.Собельман. ЖЭТФ, 41, 6, 2018, 1961.
- [4] Т.Л.Андреева, В.А.Дудкин, В.И.Малышев, Г.В.Михайлов, В.Н.Сорокин, Л.А.Новикова. ЖЭТФ, 49, 5, 1408, 1965.
- [5] J.V.V.Kasper G.C.Pimentel. Appl. Phys. Lett., 5, 231, 1964.
- [6] A.J.De Maria, C.J.Ultee. Appl. Phys. Lett., 9, 67, 1966.
- [7] R.Nohla, K.Kompa. Appl. Phys. Lett., 22, 77, 1973.
- [8] Е.А.Юков. Сб. Квантовая электроника, №2, 53, 1973.

¹⁾ Невозбужденный атомарный иод получен при термической диссоциации молекул J_2 .